J. CROCQ

DE LA PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES

5654

22200099253

Med
K8953

III. J. 412

Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/b29312000

DE LA PÉNÉTRATION

DES

PARTICULES SOLIDES.

MÉMOIRE

EN RÉPONSE A LA QUESTION SUIVANTE :

APPRÉCIER ET DÉFINIR LE FAIT DE LA PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES A TRAVERS LES TISSUS DE L'ÉCONOMIE ANIMALE, ET DÉTERMINER LES RAPPORTS DANS LESQUELS CET ACTE SE TROUVE AVEC CELUI DE L'ABSORPTION.

Satis jam probatur, nequaquam quaestionem ab omni parte esse solutam, remanentibus variis dubiis, quae ut solvantur ulteriori indigent indagatione.

(J. Alderts Mensonides.)

Extrait du t. IX des *Mémoires couronnés et autres Mémoires*, publiés par l'Académie royale de Belgique. Collection in-8°.

42600

DE LA PÉNÉTRATION

DES

PARTICULES SOLIDES

A TRAVERS

LES TISSUS DE L'ÉCONOMIE ANIMALE,

PAR LE

Docteur CROCQ,

Professeur à l'Université de Bruxelles, chirurgien du Grand Hospice, chevalier de l'ordre de Notre-Dame de la Conception de Villa-Viciosa, lauréat des Académies royales des sciences et de médecine, membre titulaire de la Société des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, de la Société anatomo-pathologique, de l'Académie impériale Léopoldino-Caroline des Curieux de la Nature, membre correspondant de l'Académie royale de médecine de Belgique, des Académies royales médico-chirurgicales de Turin, Naples et Madrid, de l'Académie royale des sciences de Lisbonne, de la Société de chirurgie de Paris, etc., etc.

(*Couronné par l'Académie royale de Belgique, le 15 décembre 1858.*)

BRUXELLES,

M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

En vente :

TIRCHER, libraire, rue de l'Étuve, 20;

PARIS,

GERMER BAILLIÈRE, rue de l'École de médecine.

BRUXELLES et LEIPZIG,

MUQUARDT, libraire, rue Royale, 2.

1859.

K. B.

Bibliothèque de l'Université de Liège.

565

14839664

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY

Coll.	welMOmec
Call No.	QT

A MON ANCIEN MAITRE

M. LE DOCTEUR BARON SEUTIN,

SÉNATEUR,
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES, MÉDECIN
DE S. M. LE ROI DES BELGES,
CHIRURGIEN EN CHEF DE L'HÔPITAL St-PIERRE,
COMMANDEUR,
OFFICIER ET CHEVALIER DE PLUSIEURS
ORDRES, ETC., ETC.

HOMMAGE

de Respect et de Reconnaissance.

Dr J. CROCQ.

INTRODUCTION.

Le problème de la pénétration des particules solides au sein de l'organisme, constitue l'un des plus difficiles, des plus ardus de la physiologie. Affirmée sans contestation par les anciens, qui croyaient à l'existence universelle de bouches absorbantes d'un diamètre appréciable, elle fut niée systématiquement dès qu'on eut démontré la non-existence de celles-ci. Remise de nouveau en question par les expériences de M. Oesterlen, les travaux de MM. Donders et Mensonides parurent la mettre hors de contestation.

A partir de ce moment, nous voyons surgir diverses théories destinées à expliquer ce fait, et à le concilier avec les données de l'anatomie générale. Ainsi, sans parler de la doctrine des bouches absorbantes, vers laquelle le fait de la pénétration des particules solides semblait ramener, nous verrons se présenter successivement celles de la dilacération, de la porosité, et de la pénétration par résorption des tissus. Ces doctrines avaient pour but l'explication du mécanisme du phénomène. Cependant celui-ci lui-même, malgré toutes les expériences auxquelles il a donné lieu, est encore maintenant contesté par quelques physiologistes, parmi lesquels nous rencontrons entre autres MM. Virchow (1) et Bidder (2).

De cet aperçu succinct ressortent tout naturellement la disposition et la division de mon travail.

(1) Virchow, *Ueber einige Zustände det Darmzotten*, dans *Verhandlungen der physicalisch-medicinischen Gesellschaft;* Würzbourg, 1854. t. IV, p. 350.

(2) Gustav. Hollander, *Quaestiones de corpusculorum solidorum e tractu intestinali in vasa sanguifera transitu;* Dorpat, 1856.

J'aurai d'abord à exposer l'historique de la question; ce sera ma première section. Je ne me bornerai pas à y indiquer les expériences de mes prédécesseurs; je remonterai jusqu'aux temps les plus reculés, dans lesquels le fait de la pénétration des particules solides se confondait avec le fait de la pénétration des liquides, c'est-à-dire avec l'absorption. Cette étude ne paraîtra nullement superflue à ceux qui savent apprécier l'importance de l'histoire, qui savent quelles lumières peut jeter sur une question la compréhension exacte de la manière précise dont ses divers éléments se sont successivement dégagés.

Après l'historique viendra l'exposé du fait; je démontrerai sa réalité, en me basant sur les expériences des autres et sur les miennes. Je l'étudierai successivement dans toutes les parties de l'économie animale. Ce sera ma deuxième section.

Dans la troisième, muni des données fournies par les deux premières, j'aborderai l'étude du mécanisme de la pénétration des particules solides dans les tissus. Je montrerai que les doctrines proposées jusqu'à présent sont insuffisantes, et ne soutiennent pas le choc des objections qu'on peut leur adresser. J'établirai ce mécanisme sur les faits; puis je montrerai quels sont ses rapports avec le mécanisme de l'absorption, et surtout de l'absorption des matières grasses. J'y joindrai toutes les considérations auxquelles peuvent donner lieu les particules solides introduites dans l'organisme.

Ces trois sections renferment à proprement parler la solution de la question posée par l'Académie, et je pourrais en rester là. Cependant, afin de ne rien laisser de côté de ce qui touche à mon sujet, j'aborderai dans un appendice deux points de physiologie pathologique qui sont en relation intime avec lui. Je ne ferai toutefois que les traiter brièvement, et pour autant qu'ils s'y rapportent. — Je n'ai rien négligé pour rendre mon travail complet; j'ai tâché de ne rien omettre d'important, et j'espère que l'Académie le jugera digne de son approbation.

DE LA PÉNÉTRATION

DES

PARTICULES SOLIDES

A TRAVERS

LES TISSUS DE L'ÉCONOMIE ANIMALE.

PREMIÈRE PARTIE.

Historique.

CHAPITRE Ier.

DOCTRINE DES BOUCHES ABSORBANTES. — PREMIÈRE PÉRIODE. — DE GALIEN A LIEBERKUHN.

Les anciens croyaient que toutes les absorptions s'exercent par les veines, au moyen d'orifices dont leurs parois sont percées; selon eux, l'exhalation et la nutrition s'opèrent par la même voie. Voici comment Galien, qui a si bien résumé les doctrines de l'antiquité, s'exprime à cet égard (1);

(1) Galeni, *Opera omnia;* Bâle, 1661, t. I, *de usu partium,* IV, 17, p. 281 « Nunc vero intestinorum circumvolutiones, cum innumerabilem quandam

« Maintenant les circonvolutions intestinales, pourvues d'une » grande quantité de veines venant du foie, font cheminer dans » leur cavité les aliments digérés dans l'estomac. S'il n'y avait » alors que peu d'orifices veineux qui vinssent se mettre en rap- » port avec les aliments transformés en chyle, l'absorption de » celui-ci se ferait lentement et tardivement. Il importait donc » que des orifices vasculaires se trouvassent là, en contact avec les » aliments digérés. S'il y avait un second estomac placé à la suite » du premier, une partie des aliments seulement toucherait cet » organe, celle qui se trouverait en contact avec ses parois ; mais » la plus grande, qui se trouve profondément dans la masse, se » soustrairait à l'action absorbante des veines. Mais il n'en est pas » ainsi; l'étroitesse du passage divise les aliments en petites parti- » cules, et les oblige à se mettre en contact avec presque toute » l'étendue de la muqueuse, à laquelle viennent aboutir les orifices » veineux. Si donc quelque parcelle de l'aliment échappe en tra- » versant le premier repli, elle sera saisie au second; si elle y » échappe encore, elle le sera au troisième, au quatrième ou au

» venarum multitudinem ex hepate sibi ipsis habeant insertum omnem in » ventriculi coctum succum sursum mittant. Tunc aut paucis orificiis venarum » paucum assidue cibi in chylum versi assidue adaptans, tardam et diuturnam » faceret distributionem. Etenim oportet ora vasorum contingere elaboratum ac » coctum succum. Si vero magno priori ventriculo secundus suppositus esset, » parvum utique partem ejus ventriculi tangeret cibus, duntaxat, quam ipse » contingeret; plurima vero alimenti pars, quae utique in profundo esset, » apprehensiones venarum effugeret. Nunc autem angustia transitus in parvas » particulas alimentum comminuens, cogit ut id propemodum totum contingat » tunicam intestinorum (ad quam venae ἀναςτόμουνται hoc est oscillis hiant) » ob idque ipsum etiam ora vasorum. Si quid vero alimenti effugerit in transitu » per primam circumvolutionem, per secundam quidem contingat; quod, si » hic quoque effugerit, per tertiam, vel quartam, vel quintam, vel quamlibet » sequentium : sunt enim plurimae. In transitu igitur adeo angusto, et longo, » quam plurimaque involucra habente, omnes partes alimenti coguntur tan- » dem versari cum vasis orificiis. Condensatum enim est in orbem omne intes- » tinum, innumerabili quadam multitudine orificiorum intro pervenientium, » a quibus rapitur sursum, quod ex praetereunte alimento utile est. Unde, » fieri nequit, ut succus ullus nutriendo animali idoneus fallat, atque ex animali » elabatur, quum saltem lege naturae corpora gubernant. »

» cinquième. En effet, son parcours est tellement long et étroit,
» et présente tant de replis, que toutes les parties de l'aliment
» doivent venir se mettre en contact avec les orifices des vais-
» seaux, qui aboutissent à l'intérieur de l'organe en nombre infini,
» de sorte qu'il est impossible qu'il s'échappe aucune partie utile
» de l'aliment. Il en résulte qu'aucune partie propre à la nutri-
» tion ne peut se perdre et sortir de l'animal, du moins tant qu'il
» est à l'état normal. »

Les artères s'ouvrent aussi, selon lui, par des orifices qui absorbent des matières plus ténues et plus subtiles que celles qui passent dans les veines (1). Du reste, les anciens ne faisaient aucune mention de la constitution des matériaux de l'absorption ni de ses conditions; ils savaient seulement que les vaisseaux puisent par leurs orifices les éléments des actes organiques.

Le premier auteur qui parle des villosités intestinales est Fallope, qui vivait en 1550. Après lui vint Vidus Vidius en 1561. Voici ce qu'il en dit : *In intima ejus superficie velamentum quoddam tenue reperitur, quod a reliqua substantia exteriori separatur; continetur hoc ut in ventriculi tunica interna, et prope in intima superficie fibris quibusdam brevissimis ac tenuissimis* (2).

Ces auteurs en sont restés là; ils n'ont connu ni la structure, ni les fonctions de ces villosités indiquées par eux.

Aselli (3) découvrit en 1622 les vaisseaux chylifères; il leur attribua pour fonction d'aller dans l'intestin pomper le chyle qu'ils transportaient au foie. Chaque villosité portait à son sommet un orifice, une bouche absorbante à laquelle aboutissait un vaisseau chylifère et par laquelle l'absorption avait lieu. Il compare l'action de ces bouches absorbantes à celle du suçoir des sangsues : *ad intestina instar hirudinum orificia horum vasorum hiant*

(1) Galeni, *De usu partium*, opere citato, p. 280.

(2) Vidus Vidius, *De anatome, libri 8, cum tabulis 78*, p. 220. Des anatomistes plus anciens, et entre autres Mundinus, emploient bien le mot *villi*, mais par là ils entendent les valvules conniventes et non les villosités.

(3) Aselli, *De lactibus, seu lacteis venis, quarto vasorum mesaraïcorum genere novo invento dissertatio;* Milan, 1627, p. 7.

spongiosis capitulis. Il savait que ces vaisseaux offrent des valvules non pas seulement à une certaine distance, mais aussi à leur embouchure. Avec lui prit naissance la doctrine des bouches absorbantes, qui devait régner en maîtresse dans la science pendant deux siècles. Vesling (1) et Pecquet (2), qui vivaient en 1649, rattachèrent les chylifères au canal thoracique, découvert par Eustache; ils adoptèrent, sur l'origine de ces vaisseaux, la même opinion qu'Aselli; mais ils les conduisirent à la veine sous-clavière gauche, et non plus au foie.

Vers 1650, Rudbeck, Jollyff et Thomas Bartholin découvrirent les vaisseaux lymphatiques des autres parties du corps. Bartholin (3) attribue aux chylifères des bouches absorbantes, et fait commencer les lymphatiques dans la trame celluleuse des organes. Riolan et Glisson (4) adoptèrent les mêmes idées; ils s'en écartèrent, seulement en attribuant l'absorption à la pression atmosphérique, et non plus à la succion exercée par les bouches absorbantes.

Descartes (5) attribue aux ramifications de la veine porte des orifices, des pores, par lesquels ne peuvent passer que les parties les plus ténues de nos aliments, qui sont séparées des plus grossières comme la farine l'est du son. Ceci est bien explicite. Descartes ne croyait pas que la dissolution fût nécessaire pour que l'absorption eût lieu. Il admettait que des molécules solides pouvaient passer dans les vaisseaux absorbants, pourvu qu'elles fussent plus petites que les pores qu'il supposait exister à ces vaisseaux. Toutefois, ce passage des molécules solides, comme l'existence des pores eux-mêmes, n'était pour l'illustre philosophe qu'une hypothèse; car jamais il n'avait constaté expérimentalement ni l'un ni l'autre de ces deux faits.

Quant aux agents de l'absorption, dès cette époque, les physiolo-

(1) Vesling, *Syntagma anatomicum;* Padoue, 1641.

(2) Pecquet, *Experimenta nova anatomica quibus incognitum hactenus chyli receptaculum et ab eo vasa lactea deteguntur;* Paris, 1651.

(3) Th. Bartholini, *Anatome;* Leyde, 1686, pp. 612, 613.

(4) Glisson, *Anatomia hepatis;* London, 1654.

(5) R. Descartes, *Tractatus de homine et de formatione fœtus;* Amsterdam, 1686, p. 5.

gistes étaient divisés. Les uns, avec Schneider, Willis, Swammerdam, Borelli, Brunner, Hartman, Perrault, Ruysch, Boerhaave, attribuaient dans l'absorption une part aux chylifères et une aux veines. C'était la doctrine généralement reçue. Les autres, avec Th. Bartholin, Walaeus, Diemerbroeck, croyaient que les chylifères seuls ont le pouvoir d'absorber. Pour les uns comme pour les autres, l'absorption avait toujours lieu par des pores, des bouches absorbantes aboutissant soit dans les veines, soit dans les chylifères. A l'envi les anatomistes s'efforcèrent de démontrer l'existence de ces pores qui présentaient toujours le vague d'une notion hypothétique.

Lower (1665-1690) prétendait que l'intestin est percé comme un crible de trous à travers lesquels le chyle filtre pour parvenir aux vaisseaux chylifères. Il fit passer de l'air, de l'eau et d'autres liquides dans les veines, en les injectant dans la cavité intestinale (1).

Verheyen (1693) décrit avec soin la manière dont s'effectue le passage du chyle par les orifices des vaisseaux qui lui sont destinés. Le cours du chyle (il appelle ainsi non pas un produit spécial, mais tout le contenu de l'intestin grêle) étant ralenti par les circonvolutions intestinales et par les valvules conniventes, les parties les plus ténues entrent dans les vaisseaux lactés, dont les orifices sont vraisemblablement élargis par la contraction des fibres longitudinales. La partie la plus épaisse ne peut y entrer; elle continue sa marche vers le gros intestin, poussée par la contraction des fibres circulaires, par les nouveaux matériaux qui affluent et par la contraction du diaphragme et des muscles abdominaux. Voici comment s'exprime Verheyen (2) :

« Quum vero tam propter valvulas conniventes, quam propter » gyros et anfractus intestinorum, iter per horum cavitatem diffi- » culter continuetur secundum longitudinem, hinc *pars chyli* » *tenuior* intrat venas lacteas, quarum oscula ob contractionem » fibrarum longitudinalium verosimiliter tunc magis patent. *Pars* » *autem faeculentior* dicta oscula subire non potest, cogitur

(1) Lower, *Tractatus de corde; item de motu et colore sanguinis, et chyli in eum transitu;* Londres, 1669, p. 221.

(2) Verheyen, *Corporis humani anatomia;* Bruxelles, t. I, p. 66.

» motu continuo procedere ad intestina crassa.... » Ailleurs (1) il revient sur l'action du mouvement péristaltique de l'intestin, qui élargit les orifices des chylifères. Il appelle la partie qui n'est pas absorbée *pars chyli crassior*. On voit par là que, pour Verheyen, il n'est pas question de dissolution : les particules assez ténues pour franchir les orifices des vaisseaux lactés, sont absorbées même à l'état de suspension. Quant aux résidus plus grossiers, moins bien divisés, *pars chyli crassior*, ils vont constituer les fèces.

Riolan (1607), Duhamel (1670), Wagner, Hartmann, firent passer par l'intestin de l'air des veines mésaraïques dans la cavité intestinale, et Vieussens (1714) fit passer du mercure par la même voie (2). Barbeck (1693) vit l'encre injectée dans les veines traverser les villosités (3). Gotsched (1702), ayant lié sur un animal les vaisseaux lactés, vit les villosités se remplir de chyle qu'il put en exprimer (4); et Bohlius (1741) obtint le même résultat sur l'intestin de l'homme (5). Christian Bernard Albinus (1722) fit passer de grandes quantités d'huile de térébenthine et de colle de poisson des veines mésentériques dans la cavité intestinale; il vit la cire injectée dans ces vaisseaux se faire jour par les orifices des villosités sous forme de vermicules (*vermiculi ceracei*) (6).

Helvétius (7) parle des orifices spongieux des vaisseaux absorbants et cherche à en démontrer l'existence. Boerhaave (8) croyait que les absorbants, tant veineux que lymphatiques, s'ouvrent au

(1) Verheyen, *opere citato*, t. II, p. 261.

(2) Vieussens, *Traité des liqueurs du corps humain;* Toulouse, 1714; p. 178. — *Expériences et réflexions sur la structure et l'usage des viscères;* Paris, 1755, p. 291.

(3) Barbeck, *De villis intestinorum*, § 11.

(4) Gotsched, *De viis et circulatione chyli;* Königsberg, 1702, p. 161.

(5) J. Christophe Bohlius, *Via lactea corporis humani;* Königsberg, 1741, p. 14.

(6) Christian B. Albinus, *Nova tenuium intestinorum descriptio;* Leyde, 1722, p. 28.

(7) Helvétius, *Sur la structure interne de l'intestin grêle; Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, 1721.

(8) Herman Boerhaave, *De fabrica glandularum in corpore humano ad Ruyschium epistolae;* Leyde, 1722, p. 4.

dehors par des orifices béants, par lesquels la contraction des parties environnantes fait passer dans les cavités vasculaires les parties soumises à l'absorption. C'est ainsi que, selon lui, le mouvement de l'intestin fait pénétrer le chyle dans les chylifères.

Winslow (1) dit que le velouté de l'intestin apparaît sous forme de mamelons très-fins, « dans lesquels on remarque, par le microscope, quantités de points enfoncés ou pores dont toute leur surface paraît percée. » Évidemment Winslow a regardé l'intestin a de faibles grossissements, et a pris pour des pores les noyaux, qui apparaissent comme de nombreux points noirs à la surface des villosités.

Duvernoy (1726) croyait que les chylifères s'ouvrent par des bouches sur le bord saillant des valvules conniventes, qu'ils percent comme les canaux excréteurs des glandes de Meibomius percent les bords libres des paupières. Lorsque l'intestin est rempli d'aliments, les valvules conniventes s'effacent, et les ouvertures des vaisseaux chylifères s'ouvrent; lorsqu'il est vide, les valvules reviennent à l'état normal et les orifices se referment (2). C'était là une pure hypothèse que rien ne justifiait, et qui prouve uniquement jusqu'à quelles absurdités l'esprit humain peut se laisser entraîner lorsqu'il s'écarte de la voie souvent lente, mais toujours sûre de l'observation.

Kaauw Boerhaave (1738) parle des orifices des vaisseaux absorbants, et cherche à en prouver l'existence au moyen des injections. Il vit de l'eau, de la térébenthine, de la cire, du suif poussés soit dans les artères, soit dans les veines, se faire jour dans la cavité intestinale (3). Réciproquement, il fit passer de l'eau de l'intestin dans les veines. Pour se rendre bien compte de la voie que suivaient ces injections, il suffit de rappeler que Kaauw Boerhaave injectait la cavité utérine en poussant la matière par les ar-

(1) Winslow, *Exposition anatomique de la structure du corps humain :* Paris, 1732, t. IV, § 112, p. 45.

(2) Duvernoy, *Description des vaisseaux chylifères ; Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg ;* 1726, t. I, p. 262.

(3) Kaauw Boerhaave, *Perspiratio dicta Hippocrati per universum corpus anatomice illustrata ;* Leyde, 1738, § 194 à 197.

tères : c'étaient de fausses routes qu'il prenait pour des voies naturelles.

Lieutaud (1742) parle aussi des orifices des vaisseaux chylifères qu'il déclare toutefois être *imperceptibles* (1).

CHAPITRE II.

DOCTRINES DES BOUCHES ABSORBANTES. — DEUXIÈME PÉRIODE, DEPUIS LIEBERKUHN.

Jusque-là l'existence des bouches absorbantes était restée à l'état de pure hypothèse. Personne ne les avait jamais vues, et les plus sages, comme Lieutaud, les déclaraient imperceptibles. Le procédé par les injections avait souvent réussi, mais il n'était nullement péremptoire ; car qui aurait osé répondre que les matières employées passaient par des orifices naturels, plutôt que par des ruptures pratiquées aux parois des vaisseaux? Il manquait donc à cette théorie la démonstration rigoureuse de l'expérience ; il manquait quelqu'un qui eût vu positivement, décrit et démontré les bouches absorbantes. C'est à l'anatomiste allemand Lieberkuhn, renommé pour son habileté dans l'art des injections, que ce rôle était réservé. Pour lui (2), les villosités sont constituées par une petite membrane conique entourant de toute part une cavité ou *ampoule* (*ampullula*, ampoule de Lieberkuhn), de forme ovale, s'ouvrant dans l'intestin par une ouverture en général unique. Cette ampoule est remplie d'une sorte de tissu spongieux ; elle est entourée d'un réseau d'artères et de veines, qui souvent enveloppent comme d'une couronne l'orifice et le limitent, et qui vont s'ouvrir dans la cavité de l'ampoule. Lorsque l'absorption s'effectue, le tissu spongieux de l'ampoule s'imbibe comme une éponge ; le mouve-

(1) Lieutaud, *Essais anatomiques ;* Paris, 1766, p. 250.

(2) Nathanael Lieberkuhn, *Dissertatio de fabrica et actione villorum intestinorum hominis ;* Leyde, 1744, p. 5.

ment péristaltique de l'intestin comprime ce tissu, tout en fermant l'orifice de la villosité, et la substance absorbée doit passer dans les chylifères.

Haller (1757), qui résuma complétement l'état de la science physiologique telle qu'elle était à son époque, admettait l'ampoule de Lieberkuhn (1); il n'en restait pas là, il faisait aussi arriver les artères, les veines et les vaisseaux lymphatiques par des orifices béants à la surface de toutes les membranes et dans le parenchyme de tous les organes (2). L'existence de ces orifices qu'il n'avait jamais vus, lui semblait démontrée pleinement par le passage des liquides injectés de ces vaisseaux dans les tissus et dans les cavités, et réciproquement. Il faisait aussi, à l'exemple de Nuck, continuer les artères avec les canaux excréteurs des glandes et avec les vaisseaux lymphatiques, et démontrait cette communication par le passage des liquides injectés par un ordre de ces conduits dans ceux de tous les autres ordres (3). Les orifices par lesquels les vaisseaux s'ouvraient sur les surfaces et dans l'intérieur des organes, servaient à la fois de voie aux exhalations et aux absorptions.

Haller admettait que des particules insolubles peuvent être absorbées, tant par les veines que par les lymphatiques. Ainsi, selon lui, le chyle pris dans l'intestin par les vaisseaux lactés contient une farine végétale et une huile animale (4), et ce même chyle peut, comme Swammerdam l'a vu, pénétrer en nature dans les veines, où on l'aperçoit sous forme de stries. L'huile passe en nature dans les vaisseaux, et de là dans les urines. Il en est de même du mercure, qu'on a retrouvé à l'état métallique dans les cellules des os, sur les plaies des vésicatoires et jusque dans la salive et les urines (5). Haller croyait que l'oxyde de fer est absorbé en nature, ainsi que l'argile douce qui fait partie de l'alimentation de certaines peu-

(1) Albert de Haller, *Elementa physiologiae corporis humani;* Berne, 1765, t. VII, pp. 27 et 47.

(2) Même ouvrage; Lausanne, 1757, t. I, pp. 102 à 109.

(3) Même ouvrage, t. I, pp. 108 et 166.

(4) Même ouvrage, t. VII, pp. 62 et 63.

(5) Même ouvrage, p. 60.

plades américaines. Ceci était d'accord avec sa théorie. En effet, les pores des vaisseaux, qui, lorsqu'ils sont dilatés, laissent passer les globules du sang, peuvent et doivent admettre des substances insolubles, des molécules solides d'un diamètre plus petit que le leur. Haller ne rapporte aucune expérience à l'appui de cette idée; il se borne à dire que le vermillon ne colore pas le chyle (1).

Peu après Lieberkuhn, William et John Hunter (1762) virent aussi les orifices des vaisseaux absorbants (2); mais, selon eux, ce sont seulement les lymphatiques qui en sont doués. Les vaisseaux sanguins sont clos de toutes parts, et ne prennent aucune part à l'absorption, dévolue d'une manière absolue au système lymphatique. Ces orifices n'existent, selon eux, pas seulement aux vaisseaux chylifères, mais dans toutes les parties du système lymphatique. Dans ses *Leçons sur les principes de la chirurgie*, John Hunter donne un aperçu complet de ses idées sur l'absorption. Je ne puis me dispenser d'en rapporter un passage qui concerne directement la question que je traite (3).

« Il n'y a pas longtemps, dit John Hunter, qu'on connaît l'em-
» ploi des vaisseaux absorbants, et la connaissance de leurs diffé-
» rents modes d'action est encore plus récente. Les physiologistes
» ont cherché à expliquer les phénomènes propres aux absorbants
» par la capillarité; telle est la notion la plus commune, parce que
» c'est une notion qui nous est familière. Mais c'est une idée trop
» étroite pour qu'on puisse l'appliquer à la machine animale, et
» d'ailleurs elle ne peut pas rendre compte de toutes les espèces
» d'absorption. *L'absorption s'exerçant souvent sur des corps*
» *solides*, comme des tumeurs indurées, du sang coagulé, la
» substance terreuse des os, etc., il a fallu nécessairement sup-
» poser un dissolvant. Cela peut être; c'est une de ces hypothèses
» dont on ne peut démontrer ni la vérité ni la fausseté, et qui
» sont destinées à rester toujours hypothèses. Quoi qu'il en soit,

(1) Même ouvrage, p. 61.

(2) William Hunter, *Medical commentaries;* Londres, 1762, p. 42.

(3) John Hunter, *OEuvres complètes, traduites en français*, par Richelot; Paris, 1839, t. I, p. 296.

» mon opinion est que la nature abandonne aussi peu de chose
» que possible au hasard, et que tout le phénomène de l'absorp-
» tion s'accomplit en vertu d'une action qui a son siége à l'orifice
» des absorbants.

» Mais alors même que l'absorption était pour eux un effet de la
» capillarité, les physiologistes furent obligés de recourir à l'action
» des vaisseaux absorbants pour expliquer le transport de la ma-
» tière absorbée; qui les empêchait donc d'étendre cette action
» aux orifices des vaisseaux (1)?

» Comme nous ne savons rien sur les orifices des vaisseaux ab-
» sorbants, nous ne pouvons établir sur ce sujet aucune opinion
» certaine. *Mais ces vaisseaux ayant la faculté d'absorber des*
» *substances à l'état solide* aussi bien que des liquides, il est per-
» mis de supposer qu'ils ont des modes divers d'action. En effet, si
» l'on doit admettre que toute structure organique disposée de ma-
» nière à pouvoir absorber un solide, est susceptible aussi d'ab-
» sorber un liquide, il n'en est pas moins vrai qu'on peut conce-
» voir une structure capable d'absorber une substance liquide et
» qui ne soit pas propre à absorber un corps solide. Toutefois, il
» n'est pas probable qu'il en soit ainsi.

» Pour se convaincre de la possibilité d'une telle disposition,
» qu'on se rappelle seulement la variété de forme que présente la
» bouche chez les différents animaux. Or, je crois pouvoir avancer
» que les substances sur lesquelles doivent agir les bouches des
» divers animaux, ne sont pas plus variées que celles qui s'offrent
» à l'action des absorbants. Eh bien, il est digne de remarque que
» toute cette variété dans la bouche des animaux n'a pour but que
» d'adapter cet organe aux formes des solides, qui peuvent être si
» diverses, tandis que, quelle que soit la configuration de la bouche,
» elle est toujours convenablement disposée pour l'absorption des
» liquides dont la forme ne varie point.

» J'ai souvent dit à ce sujet, que si l'on pouvait voir les orifices

(1) Qui les empêchait? — L'observation, qui démontre la contractilité et l'action des valvules des vaisseaux lymphatiques, et qui ne démontre nullement l'action de leurs orifices. On ne comprend pas ce mélange, cette confusion de la part de Hunter entre des faits d'observation et des hypothèses sans fondement.

» des vaisseaux absorbants, on pourrait peut-être classer les divers » modes d'absorption, comme les animaux l'ont été d'après leurs » dents. »

Ce passage montre à quel degré d'absurdité les meilleurs esprits peuvent arriver, lorsqu'ils partent d'un point de vue faux, lorsqu'ils s'écartent des données positives fournies par l'observation. Il prouve que Hunter acceptait sans réserve et comme un fait établi l'absorption des molécules solides, sans avoir même l'air de soupçonner qu'on pût y faire des objections et la révoquer en doute. Avec sa théorie des bouches absorbantes, il ne pouvait faire autrement; toute molécule assez exiguë pour pouvoir y entrer est absorbée; c'est évident, incontestable. Aussi pose-t-il le fait sans se donner la peine d'essayer de le prouver expérimentalement. Voilà où peuvent conduire les théories non fondées et comment elles peuvent devenir funeste aux progrès de la science.

J. F. Meckel (1), partisan de l'absorption par les veines, les fait arriver au dehors par des orifices que l'on aperçoit très-bien sur les villosités intestinales, après avoir rempli les artères et les veines. Il regardait comme des preuves de l'existence de ces orifices le passage d'une matière à injection fine des vésicules séminales dans les veines hypogastriques, et le passage dans ces mêmes veines de l'air injecté dans la vessie. Bleuland professait la même opinion.

Hewson et Cruikshank, au contraire, à l'exemple des frères Hunter, attribuèrent l'absorption exclusivement aux lymphatiques. Le premier, examinant les villosités intestinales dont les artères et les veines avaient été injectées avec soin, vit à leur sommet une, et quelquefois plusieurs ouvertures qui conduisaient dans les chylifères, mais il ne vit jamais la substance spongieuse de Lieberkuhn (2). Cruikshank chercha longtemps sans les trouver les orifices des vaisseaux lymphatiques; enfin, examinant les villosités

(1) J.-F. Meckel, *Nova experimenta de finibus venarum ac vasorum lymphaticorum;* Berlin, 1771.

(2) Hewson, *Experimental inquiries,* part. II, *containing a description of the lymphatic system in the human subject, and in other animals;* Londres, 1774, p. 182.

d'une femme en couches morte de convulsions cinq ou six heures après le repas, il vit que le tronc chylifère de chaque villosité était constitué par des branches divergentes se rendant à la surface et y aboutissant à des ouvertures. Il en compta, avec Hunter, quinze à vingt sur chaque villosité.

Voici en quels termes il rend compte de cette découverte (1) : « Sur une centaine de villosités, j'ai vu le tronc du vaisseau lacté, » constitué par la réunion des branches divergentes; les orifices » de ces branches étaient très-distincts à la surface des villosités, » aussi bien que les branches elles-mêmes, que l'on voyait très-» bien, à travers la surface externe, s'engager dans le tronc du » vaisseau lacté : elles étaient remplies d'un fluide blanc.

» Il n'y avait qu'un de ces troncs pour chaque villosité. Il y » avait dans le jejunum environ quinze à vingt orifices pour chaque » villosité, et dans quelques-unes j'en vis encore davantage. »

Les lymphatiques des autres parties du corps ne lui offrirent jamais d'orifices, mais il les y admit par analogie. Cruikshank appelle ces orifices *bouches absorbantes;* il leur attribue la faculté d'accepter ou de refuser les substances qui se présentent devant elles, et les compare à de petites bêtes qui entament les corps auxquels elles s'attaquent, à des chenilles qui rongent les feuilles d'un arbre (2). Elles se contractent et se dilatent alternativement, donnant lieu à une espèce de déglutition qui constitue l'absorption. On voit que cette explication n'est autre que celle d'Asellus étendue et perfectionnée. A l'exemple de Hunter, dont il ne fait que reproduire les idées, il leur attribue de l'instinct et du discernement. Il les croit douées de la faculté d'absorber des particules solides, qu'elles enlèveraient même violemment aux corps placés en contact avec elles.

Ces idées, qui aujourd'hui nous paraissent bizarres, avaient généralement cours à la fin du XVIIIme siècle. Elles furent exposées dans plusieurs dissertations inaugurales, parmi lesquelles la plus

(1) William Cruikshank, *The anatomy of the absorbing vessels of the human body;* Londres, 1790, p. 56.

(2) Même ouvrage, p. 58.

remarquable est celle de Van Maanen. Cet auteur compare l'action des bouches absorbantes des chylifères et des lymphatiques à celle des polypes et à celle des points lacrymaux. Il leur attribue la faculté d'absorber des particules solides, et croit, comme Hunter, qu'elles peuvent varier de forme et de structure selon la partie où elles se trouvent. Voici ce qu'il dit à cet égard (1) :

« Visa autem fuere lactea in dissectis vivis animalibus chylum » ex intestinis absorbere, illudque peragere alterna sui ostii dila- » tatione et contractione : non ergo continuo ductu chylum insu- » gunt, sed labiis quasi suis quandam chyli quantitatem sumunt, » eamque postquam quasi deglutiverint, ad novam quantitatem » sumendam procedunt. Eandem nunc cum aliis lymphaticis rem » esse admodum verosimile videtur, eoque pari ferme modo absor- » bere, ac polypi cibum ad se trahunt, atque ac puncta lacrymalia » absorbent lacrymas; haec etenim pariter alterna ostii sui dilata- » tione et contractione officio suo funguntur, uti saepissime ipse » observavi, et cuique, alterius oculo introspicienti, videre facile » est. Simili nunc, vel non multum absimili certe, modo ac fluida a » lymphaticis absorbentur, *etiam solida absorbere crederem*, » seu solida, per alternam lymphaticorum ostiorum contractionem » et dilatationem, e nexu suo decerpi, vel avelli, decerptaque vel » avulsa dein altius propelli. Diversa autem diversorum solidorum » fabrica et indoles diversa poscere videntur instrumenta, quo e » nexu suo dimoveri valeant, quare admodum videatur verosi- » mile, quod omnium lymphaticorum non eadem sit orificii struc- » tura, sed quod, uti diversa est animalium oris fabrica pro » diverso, quo nutriuntur, cibo, sic etiam diversa obtineat in » lymphaticorum extremis structura pro diversa absorbenda ma- » teria. »

Malheureusement tous ces auteurs, qui admettaient l'absorption des particules solides, l'ont basée uniquement sur des vues théoriques. Ils ont cru inutile ou impossible d'en vérifier expérimentalement la possibilité.

(1) *Dissertatis inauguralis de absorptione solidorum ;* Leyde, 1794, p. 74.

Soemmering (1) et Hedwig (2) croyaient aussi avoir constaté que les chylifères s'ouvrent dans la cavité intestinale au sommet des villosités. Le premier dit que l'on peut voir un à dix orifices sur chacune d'elles. Le second avait vu, comme Lieberkuhn et Hewson, un orifice généralement unique à leur sommet, duquel partirait un canal qui les parcourrait dans toute leur longueur; il les a figurées chez l'homme et le cheval.

Selon Mascagni, les vaisseaux capillaires seraient percés de porosites exhalantes, servant à la nutrition et aux sécrétions. Les lymphatiques à leur tour s'ouvriraient dans tous les tissus par d'autres orifices destinés à reprendre les molécules nutritives superflues (3). Il avoue n'avoir jamais vu ces pores.

Bichat (1800) professait des idées analogues. Il admettait des vaisseaux exhalants et des absorbants. Les premiers sont constitués, selon lui, par une infinité de petits conduits partant des vaisseaux sanguins, pour aller s'ouvrir sur les surfaces ou dans l'épaisseur des organes. « On distingue difficilement, dit-il (4), leurs orifices. » On voit bien sur la peau une multitude de petits pores qui » établissent manifestement des communications du dedans au » dehors; mais ces pores transmettent non-seulement les exha- » lants, mais encore les *absorbants*, les poils, etc. » Les lymphatiques ou absorbants ont aussi des orifices, mais, de plus, ils sont doués d'une sensibilité organique et d'une contractilité insensible, en vertu desquelles ils admettent tels ou tels principes et rejettent tels autres (5). Quoique Bichat déclare que l'origine des absorbants est hors de la portée de nos sens (6), on voit que son imagination ne se laisse pas arrêter par là; elle lui fait découvrir leurs orifices et leur action qui n'est pas sans analogie avec le mouve-

(1) *De morbis vasorum absorbentium corporis humani;* Francfort, 1795.

(2) *Disquisitio ampullularum Lieberkuhnii physico-microscopica ;* Leipzig, 1797, p. 19.

(3) *Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et iconographia;* Sienne, 1787, p. 1.

(4) *Anatomie générale;* Bruxelles, 1834, p. 223.

(5) *Opere citato ,* p. 247.

(6) *Ibidem ,* p. 232.

ment de déglutition de Hunter. Quant à l'absorption des particules solides, il l'admet explicitement dans le passage suivant : « On » concevra peut-être difficilement comment des substances nutri- » trives solides peuvent être absorbées par des vaisseaux aussi » ténus. Hunter, à qui l'anatomie doit beaucoup et sur les absor- » bants et sur leurs usages, a déjà résolu cette objection. On peut » ajouter à ce qu'il a dit, que la distinction entre les solides et les » fluides n'est réelle que quand ils sont en masse; mais que quand » il s'agit de leurs molécules isolées, ils ne diffèrent point; cela » est si vrai que la même molécule fait alternativement partie » d'un solide ou d'un fluide, comme dans l'eau ordinaire ou sou- » mise à la congélation, dans le plomb solide ou coulant, etc. Or » c'est molécules par molécules que les substances nutritives sont » absorbées; donc la distinction de fluide et de solide est nulle » dans la fonction de l'absorption. »

On voit que Bichat, en voulant expliquer l'absorption des solides, arrive à la nier, puisqu'ils doivent avoir atteint ce degré de division moléculaire qui les transforme en fluides. Il introdui la confusion dans la question en ne séparant pas la division *mécanique*, qui ne change pas l'état des corps, de la division *chimique*, *moléculaire* ou *atomistique*, qui, atteignant jusqu'aux molécules primordiales, les constitue à l'état fluide ou liquide.

Richerand, comme Hunter, comme Bichat, attribuait exclusivement l'absorption aux lymphatiques; seulement dans le placenta il daignait la concéder aux veines, vu l'absence bien prouvée des premiers. Voici comment il en explique le mécanisme (1) :

« Les radicules par lesquelles les lymphatiques prennent nais- » sance ont des orifices tellement déliés, qu'on ne peut les aperce- » voir à l'œil nu; les points lacrymaux, plus gros et plus facile- » ment apercevables, en donnent une juste idée. Chaque orifice, » doué d'une sensibilité et d'une force contractile particulières, se » dilate ou se resserre, absorbe ou rejette suivant la manière dont » il est affecté par les substances qui lui sont appliquées. Les va- » riations que présente la force absorbante, suivant l'âge, le sexe,

(1) *Nouveaux éléments de physiologie;* Paris, 1817, t. I, p. 298.

» le tempérament, les divers temps de la journée, etc., prouvent
» assez qu'on ne peut point l'assimiler, comme l'ont fait plusieurs
» physiologistes, à celle qui fait monter les liquides, contre les lois
» de la pesanteur, dans les tubes capillaires. Si l'absorption était
» un phénomène purement physique, elle ne serait, dans aucun
» cas, accélérée ni retardée, et procéderait avec une régularité que
» n'ont jamais les actions vitales. Elle continuerait d'avoir lieu chez
» les cadavres; et l'on est bien convaincu aujourd'hui qu'il n'y a
» plus d'absorption véritable quand la vie est éteinte; enfin, pour-
» quoi de toutes les substances contenues dans l'intestin grêle, le
» chyle seul serait-il absorbé? chaque suçoir lymphatique, lors-
» qu'il se dispose à l'absorption, s'érige sur lui-même, entraîne et
» soulève les parties membraneuses qui l'environnent, et forme
» ainsi un petit tubercule analogue à ceux des points lacrymaux.
» Ces petites éminences, recouvertes par les mucosités intestinales,
» en ont imposé à Lieberkuhn, et lui ont fait croire que les vais-
» seaux lymphatiques des intestins naissaient par des ampoules ou
» renflements vésiculaires, qui, comme autant de ventouses, pom-
» paient le chyle extrait des aliments. . . . . La faculté inha-
» lante n'est pas seulement départie aux orifices dont est percée
» l'extrémité de chaque radicule; les pores latéraux dont sont cri-
» blées les parois des vaisseaux en jouissent également. »

On voit que Richerand ouvre une large voie à l'absorption des molécules solides; aussi ne met-il nulle part en doute sa possibilité, sa réalité (1). Toutefois, tout ce que Hunter, Bichat et Richerand disent des bouches absorbantes, de leur activité, de l'intelligence qui préside à leur action, de leur sensibilité et de leur contractilité spéciales, ne sont que des hypothèses non fondées. En les émettant, ils ont fait le roman de la physiologie, ils ont mis leur imagination à la place de la nature, la fable à la place de la réalité, et ils ne se sont pas même donné la peine de vérifier expérimentalement les données ainsi acquises.

Leuret et Lassaigne (2) croyaient à l'existence d'orifices, parce

(1) *Opere citato*, t. I, pp. 29 et 519.

(2) *Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion*; Paris, 1825, p. 169.

qu'ils avaient fait refluer le chyle dans l'intestin, en poussant avec force une injection d'eau dans le canal thoracique. Cette expérience renouvelée des anciens et entre autres de Gotsched et de Bohlius, ne prouve rien, une injection poussée assez fort pour assurer ce résultat, déterminant inévitablement des ruptures.

Adelon (1) mentionne aussi les orifices des vaisseaux absorbants et leur activité. Enfin, nous arrivons à un homme plus positif, à un physiologiste qui préférait les leçons de l'expérience aux suggestions des vaines théories : je veux parler de Magendie. Il rejette la contractilité organique et la sensibilité propre, mais il admet les bouches absorbantes des vaisseaux chylifères. Voici comment il s'exprime (2) :

« Sur un chien dont la digestion avait fourni un chyle abon-
» dant et très-blanc, elles (les villosités intestinales) étaient coni-
» ques; *on y apercevait distinctement à l'œil nu*, mais mieux
» avec une loupe, *plusieurs petits orifices*. Les mêmes papilles
» d'un autre animal (oiseau) n'offrirent rien de semblable; exa-
» minées au microscope, on vit clairement des vaisseaux sanguins,
» très-nombreux, qui se perdaient dans une espèce de tissu cel-
» lulaire d'une finesse extrême; on n'aperçut nulle autre trace de
» vaisseaux. Une petite portion de la membrane interne de l'in-
» testin grêle du chien dont nous venons de parler fut examinée
» avec le même microscope. Les vaisseaux sanguins y étaient
» moins nombreux; on apercevait de plus quelques lignes tor-
» tueuses blanches *qui commençaient près la superficie des pa-*
» *pilles aux petites ouvertures* dont nous venons de parler, et qui
» allaient se rendre, en grossissant un peu, dans les vaisseaux
» chylifères. Sont-ce là les origines de ce genre de vaisseaux ? cela
» est probable.

» Si les vaisseaux absorbants du chyle commencent par des
» orifices visibles, on peut comprendre que le chyle s'y engage,
» tandis qu'il n'entre pas dans les vaisseaux sanguins. Le chyle
» présente, avons-nous dit, des globules; *or ces globules seraient*
» *trop gros pour passer à travers les simples porosités des parois*

(1) *Éléments de physiologie;* Bruxelles, 1838, t. I, p. 433.
(2) *Précis élémentaire de physiologie;* Bruxelles, 1838, p. 310.

» *vasculaires, tandis qu'ils trouveraient toutes facilités pour* » *entrer dans les ouvertures par lesquelles commencent les vais-* » *seaux chylifères.* »

Ainsi, selon Magendie, les chylifères présentent des ouvertures par lesquelles ils absorbent des globules, par conséquent des particules solides. Dans toutes les autres parties du corps, l'absorption ne se fait que par les veines, qui ne présentent pas d'orifices et qui ne se laissent pénétrer que par imbibition; elle ne s'exerce donc que sur les liquides (1). Quant aux vaisseaux lymphatiques, ils ne servent pas à l'absorption, mais à recevoir la partie la plus ténue du sang des artères, avec lesquelles ils se continuent (2). Il résulte de là que, pour Magendie, les particules solides pourraient être absorbées dans l'intestin et non dans les autres parties du corps. Pas plus que tous les physiologistes précédemment cités, il ne crut devoir étayer ces assertions sur l'expérience. Il se contenta de cette allégation, que les chylifères devaient absorber les globules du chyle; or nous savons que dans l'intestin il n'y a ni globules ni chyle, celui-ci se constituant seulement dans les vaisseaux.

Plus récemment, Treviranus a cru voir les villosités criblées de trous desquels les lymphatiques tireraient leur origine (3). M. Blondlot prétend qu'on distingue à l'œil nu les orifices béants des villosités. Les principes albumineux seraient absorbés *à l'état solide*, réduits à l'état de molécules très-ténues (4). Pour lui, par conséquent, l'absorption des particules solides ne serait pas seulement possible; elle serait nécessaire et continuelle dans l'intestin grêle.

Une opinion semblable a été émise par Lacauchie. Selon lui, chaque villosité intestinale est constituée par trois éléments : 1° un faisceau de chylifères très-nombreux, ayant tous le même diamètre et la même longueur; 2° un réseau vasculaire sanguin; 3° une substance organique spongieuse, transparente, ayant dans tous ses points la même épaisseur, qui est égale au demi-diamètre du faisceau chylifère central. Cette substance ne renferme ni vais-

(1) *Opere citato*, p. 332.
(2) *Ibidem*, p. 313.
(3) *Beitraege*, t. II, 1835, p. 104.
(4) *Traité analytique de la digestion;* Nancy, 1843, pp. 413 et 423.

seaux, ni canaux, mais sa superficie est formée par de petites surfaces circulaires de même grandeur, qui se touchent de toutes parts, et dans lesquelles sont creusées les ouvertures par lesquelles a lieu l'absorption. Voici les propres paroles de Lacauchie relativement à celle-ci (1) :

« La substance spongieuse empêche le contact immédiat des » canaux chylifères et du canal intestinal : c'est à travers elle que » ceux-là aspirent le chyle, tout formé dans le tube digestif. Ce » chyle est en globules sphériques *dont le diamètre est approprié* » *à la grandeur des ouvertures innombrables de la surface des* » *villosités ;* ces globules, une fois engagés dans la substance spon- » gieuse qui transmet l'aspiration des chylifères, la traverseront » pour arriver à ceux-ci, gagner les grands troncs, et enfin se » mêler au sang de la veine cave supérieure, poussés par la con- » traction des tubes qui les conduisent, et soutenus, entre deux » contractions, par les valvules qui s'opposent à tout mouvement » rétrograde. »

La doctrine de Lacauchie ressemble beaucoup à celle de Magendie; comme celui-ci, il admet que le chyle existe tout formé dans l'instestin, avec ses globules, et que ceux-ci passent à travers les orifices des villosités. Mais il va plus loin que Magendie; il attribue aux capillaires lymphatiques qui constituent le faisceau central, une texture musculaire semblable à celle des troncs dans lesquels ils se rendent; ces capillaires se contractent et se relâchent alternativement, et de cette façon ils appellent dans les orifices absorbants le chyle avec ses globules; chaque villosité constitue ainsi, selon l'expression de Lacauchie, un système de pompes aspirantes et foulantes. Nous voilà donc revenus aux idées de Hunter et aux bouches absorbantes contractiles. Il en résulte que Lacauchie admettait l'absorption, dans l'intestin, de molécules solides insolubles, telles que les globules du chyle.

(1) *Mémoire sur la structure et le mode d'action des villosités intestinales*, dans les *Comptes rendus hebdomadaires de l'Institut de France;* 1843, t. XVI, p. 1125. — *Traité d'hydrotomie;* Paris, 1853, p. 36.

CHAPITRE III.

DOCTRINE DES CAVITÉS CLOSES.

J'ai parcouru dans les deux chapitres précédents les opinions des auteurs qui considèrent les absorbants comme doués d'orifices spéciaux, de bouches absorbantes. Comme on l'a vu, tous, conséquents avec eux-mêmes, admettent la possibilité du passage des particules solides à travers ces orifices; mais, dans le fait, aucun ne l'a démontré par l'expérience; car je n'appelle pas démonstration les résultats obtenus par les injections, pratiquées de n'importe quelle manière (1).

En plein XVIIme siècle, à l'époque où tout le monde admettait sans contestation les bouches absorbantes, il se trouva deux hommes qui en révoquèrent en doute l'existence; il est vrai que ce sont deux noms qui en valent bien d'autres, Ruysch et Leeuwenhoek. Ruysch avoua n'être jamais parvenu à les trouver, malgré tout le soin qu'il apportait dans ses observations (2).

Leeuwenhoek nia hardiment les orifices; les veines et les lymphatiques constituaient pour lui des cavités closes, entourées de membranes très-minces, mais sans aucune solution de continuité. Les liquides s'y introduisaient par imbibition. Voici comment il s'exprime (3) :

» Ob dictas has observationes, jam magis, quam antea nego, » extremitatibus vasorum lacteorum sive lymphaticorum esse » orificia, sive aperturas (ut quidam opinantur) ad attrahendum » sibi ex intestinis alimentum. Sed mihi constat, eorum extremi- » tates, aeque membrana sive tunica esse instructas, ac ipsa passim » sunt tenuissima vasa lactea aut lymphatica, quorum crassities

(1) Voir la note à la fin du Mémoire.

(2) *Dilucidatio valvularum in vasis lymphaticis et lacteis;* la Haye, 1665. — *Adversariorum anatomico-medico-chirurgicorum*, decas III, p. 16; Amsterdam, 1725.

(3) *Arcana naturae;* Delft, 1695, t. II, p. 61.

» parum, aut nihil fere inter se differunt, ac nihilominus tamen » alimentum ex intestinis posse adduci. »

C'était la première fois que se faisait jour cette idée du passage de substances soumises à l'absorption à travers une membrane; et du premier coup, on le voit, Leeuwenhoek l'exposa aussi nettement qu'on pourrait le faire aujourd'hui. Il ne s'explique pas davantage sur la nature des substances soumises à l'absorption.

Cependant, cette observation passa inaperçue; Lieberkuhn, Hunter, Hewson, Cruikshank, affirmaient avoir vu les orifices des chylifères et les décrivaient; aussi Haller et Mascagni, tout en avouant n'avoir jamais su les trouver, n'osèrent-ils pas les nier et en admirent-ils l'existence.

La science en était là lorsqu'en 1802, Rudolphi vint assurer que les orifices absorbants n'existent pas, et que leur admission était le résultat d'une illusion.

Il s'appuyait sur de nombreuses observations instituées pendant plusieurs années sur un grand nombre d'animaux de toutes les classes (1). Depuis lors, tous les physiologistes qui les répétèrent adoptèrent sa manière de voir, qui était celle de Leeuwenhoek; ils virent que les vaisseaux de tous les ordres sont clos de toutes parts, et que les matières soumises à l'absorption doivent traverser leurs parois pour parvenir dans leur cavité. A. Meckel (2), Fohmann (3), Lauth (4), Panizza (5), constatèrent que le mercure ne s'échappe jamais des lymphatiques sans opérer une rupture, ce qui n'aurait pas lieu s'il existait des orifices. Blumenbach (6) fait provenir les lymphatiques du tissu cellulaire placé entre les éléments organiques; il est incertain si les chylifères viennent de

(1) *Anatomisch-physiologische Abhandlungen;* Berlin, 1802, p. 39. — *Ueber die Darmzotten* dans *Reils Archiv für Physiologie,* t. IV, pp. 63, 339.

(2) Dans les *Archiv für Physiologie;* 1819, t. V, p. 163.

(3) *Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen;* Heidelberg, 1821.

(4) *Essai sur les vaisseaux lymphatiques;* Strasbourg, 1823, p. 18.

(5) *Osservazioni anthropo-zootomico-fisiologice;* Pavie, 1830, p. 70.

(6) *Institutiones physiologicae;* Gand, 1821, p. 336.

la muqueuse ou des villosités (1); mais dans tous les cas il n'y admet pas d'orifices, et les fluides parviennent jusqu'à eux en imbibant le tissu cellulaire. Depuis, presque tous les observateurs, J. Muller, Breschet, Dugès, MM. R. Wagner, Valentin, Henle, Schwann, J. Vogel, Arnold, Gruby et Delafond, Remak, Krause, Goodsir, Nuhn, E. H. Weber, Kölliker, Gerlach, Brücke, Virchow, Bruch, Donders, Robin, Lébert, etc., ont confirmé cette manière de voir. Tous admettent que le système lymphatique est constitué par des cavités closes de toutes parts, commençant soit par des cellules, soit par des réseaux, soit par des culs-de-sac, et que les matériaux de l'absorption y pénètrent par imbibition en traversant les parois de ces cavités. La découverte de l'endosmose est venue fournir à cette manière de voir un puissant appui. Quant aux bouches absorbantes, on ne les a plus retrouvées, de façon qu'il n'en est plus question.

Cependant, relativement aux chylifères principalement, on est loin d'être d'accord, quoique le moment ne soit pas loin, je pense, où toute dissidence cessera. Il ne s'agit plus, comme de juste, de savoir s'il y a ou non des bouches absorbantes, mais si ces vaisseaux commencent dans les villosités par des réseaux ou par une cavité centrale terminée en cul-de-sac.

M. Henle (2) croit que du réseau lymphatique interne de la muqueuse intestinale se détachent à angle droit des prolongements qui vont constituer le canal central de la villosité. Il l'a observé chez un homme mort pendant le travail de la digestion, et dont les chylifères étaient distendus par le chyle. Schwann a observé le même fait sur le même sujet en injectant ces vaisseaux au mercure.

MM. Vogel et Rudolf Wagner (3) ont observé aussi la même chose. J. Muller (4) a vu les villosités creusées par une cavité centrale; on parvient parfois à l'injecter en poussant du lait dans un intestin; si quelques lymphatiques se déchirent, tout le réseau et ses

(1) *Opere citato*, p. 327.

(2) *Symbolae ad anatomiam villorum intestinalium;* Berlin, 1837. — *Traité d'anatomie générale*, traduit par Jourdan; Paris, 1843, t. II, p. 81.

(3) Vogel, dans *Schmids Jahrbücher*, t. XXVI, p. 102.

(4) *Manuel de physiologie*, traduit par Jourdan; Paris, 1843, t. I, p. 197.

appendices se remplissent de lait. MM. Gruby et Delafond (1) mentionnent un canal central unique dans chaque villosité. M. Frerichs a constamment vu les chylifères y débuter par une dilatation initiale de 0,026 millim. de diamètre, tandis que le reste du vaisseau n'avait que 0,0166 millim. (2). MM. Gerlach (3), Langenbeck de Göttingen (4), Kölliker (5), Donders (6), Bruch (7), etc., partagent cette manière de voir.

D'après M. Brucke, la cavité centrale n'a pas de parois propres, mais est limitée uniquement par le tissu fibrillaire qui constitue la villosité (8).

M. Valentin croit avoir trouvé chez le lapin, immédiatement sous l'épithélium, un vaisseau recourbé sur lui-même en anse, de façon à envelopper la villosité et à la limiter par sa face externe (9). Indépendamment de cela, il a trouvé dans quelques villosités un canal central. Plus souvent, chez le cheval, il a vu au lieu d'une anse, un véritable réseau placé sous l'épithélium. M. Remak (10) a

(1) *Compte rendu de l'Académie des sciences de l'Institut de France;* 1843, t. XVI, p. 1290.

(2) *Art. Verdauung, in R. Wagners Handwörterbuch der Physiologie;* Brunswick, 1846, t. III, p. 854.

(3) *Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des menschlichen Körpers;* Mayence, 1841, p. 264.

(4) *Mikroskopisch-anatomische Untersuchungen;* Göettingen, 1850, livraison IV, planche 15.

(5) *Mikroskopische Anatomie,* t. II, 2me moitié, 1re partie; Leipzig, 1852, p. 158.

(6) *Bijdrage tot den fijneren bouw en de verrigting der dunne darmen; Nederlandsch Lancet,* 3me série, 2me année, 1852-1853, p. 548.

(7) *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut,* dans von Siebold et Kölliker, *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie;* Leipzig, 1853, t. IV, p. 286.

(8) *Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus,* dans *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften;* Vienne, 1854, t. VI, p. 106.

(9) *Gewebe des menschlichen und thierischen Körpers, in R. Wagners Handwörterbuch;* Brunswick, 1842, t. I, p. 684. — *Lehrbuch der Physiologie;* Brunswick, 1847, t. I, p. 383.

(10) *Diagnostische und pathogenetische Untersuchungen;* Berlin, 1845, p. 108.

vu aussi chez le lapin une anse vasculaire contournant la villosité immédiatement sous l'épithélium; mais il croit qu'il y a de plus un vaisseau central communiquant avec cette anse. Krause (1) trouva les villosités pleines de chyle chez un jeune homme de 16 ans qui s'était pendu. Au centre de chacune, il y avait un ramuscule lymphatique de 1/72 de ligne de diamètre (0,0278 millim.), qui recevait un grand nombre de petits vaisseaux de 1/81 à 1/162 de ligne (0,0246 à 0,0122 millim.), lesquels commençaient à l'extrémité de la villosité, tant par des extrémités libres que par des réseaux anastomotiques. Goodsir (2) a figuré un réseau lymphatique partant de deux troncs entrant dans la villosité. M. E. H. Weber (3) croit que les lymphatiques de la tunique propre de l'intestin envoient dans les villosités des rameaux qui forment un réseau dont les mailles sont aussi étroites que celles du réseau capillaire sanguin; les vaisseaux qui les composent ont aussi le même diamètre. M. E. H. Weber a vu ce réseau plein de chyle; il l'a vu se continuer entre les villosités, mais il n'en a pas observé de trace dans les parois des glandes de Lieberkuhn. M. Nuhn (4) a eu l'occasion d'examiner l'intestin d'un pendu dont les villosités regorgeaient de chyle. La plupart se présentaient sous forme de masses blanchâtres renflées, ce qu'il attribue à une extravasation. Dans les autres, on voyait à l'extrémité un réseau qui se réunissait en deux branches, lesquelles à leur tour, à la base de la villosité, allaient constituer un tronc unique.

On voit que l'origine des chylifères dans les villosités n'est pas

(1) *Vermischte Beobachtungen, in J. Müllers Archiv für Physiologie;* année 1837, p. 7.

(2) *Anatomical and pathological observations;* Édimbourg, 1845, p. 6, et planche I, fig. 5.

(3) *Ueber den Mechanismus der Einsaugung des Speisesaftes beim Menschen und bei einigen Thieren, in Müllers Archiv für Physiologie;* 1847, p. 400. — *Berichte über die Verhandlungen der königlich sächsischen Akademie der Wissenschaften zu Leipzig;* 1847, t. I, p. 245.

(4) *Ueber die Anfaenge der Saugadern in den Darmzotten,* dans *Untersuchungen und Beobachtungen aus dem Gebiete der Anatomie, Physiologie und praktischen Medicin;* Heidelberg, 1849, 1er cahier, p. 8.

encore complétement démontrée. Des auteurs également respectables et des observations également dignes de foi parlent, les uns pour l'existence d'une cavité centrale, les autres pour la présence de réseaux initiaux. J'examinerai, dans la troisième partie de mon travail, laquelle de ces deux opinions mérite la préférence, ce qui, comme on le verra, n'est nullement indifférent pour la question que je traite.

Un autre point qui mériterait d'appeler notre attention, c'est la voie que suivent les corps soumis à l'absorption pour pénétrer jusqu'aux vaisseaux chylifères. Mais comme il rentre dans la discussion de la question elle-même, et comme on ne saurait pas le traiter sans entrer au fond de celle-ci, j'en réserve l'examen pour la troisième partie.

CHAPITRE IV.

EXPÉRIENCES SUR L'ABSORPTION DES PARTICULES SOLIDES.

Nous avons vu que la doctrine des bouches absorbantes conduit tout droit, comme conséquence logique, à l'admission de l'absorption des particules insolubles, dès que leurs dimensions sont en rapport avec celles de ces bouches. La doctrine des cavités vasculaires closes semble amener rigoureusement la conséquence opposée.

M. Henle (1) exprime dans les termes suivants les conditions de l'absorption : « Les vaisseaux lymphatiques ont pour fonction d'ab-
» sorber des liquides et les substances *tenues par eux en dissolu-*
» *tion*, qui se trouvent dans les cavités du corps et dans les
» interstices des tissus. » Plus loin (2), il pose, pour l'absorption

(1) *Traité d'anatomie générale*, traduit par Jourdan; Paris, 1843, t. II, p. 95.

(2) *Ibidem*, p. 99.

veineuse, les mêmes conditions. Ailleurs il dit (1) : « Je me figure » la paroi vasculaire comme une membrane hermétiquement » close, qui tient éloignés du sang les organismes microscopiques » qui sont les causes provocatrices de la décomposition. Lorsqu'elle » a été lésée, la sécrétion de la plaie et le coagulum vasculaire » forment un tout continu, ce qui facilite considérablement l'ex- » tension des phénomènes d'altération putride. »

J. Muller, en parlant de l'absorption, n'indique comme y étant soumises, que les substances gazeuses, liquides, ou dissoutes dans un liquide. « Le phénomène primaire, dit-il (2), du passage immédiat » de substances dissoutes dans le sang est l'imbibition des parties » animales, même mortes, par les fluides qui s'introduisent dans » leurs pores invisibles. Les gaz et les liquides ténus pénètrent, » avec les substances qu'ils tiennent en dissolution, les parties » animales humides . . . . . Les tuniques » des vaisseaux, quoique perméables, en vertu de leur porosité » générale et invisible, aux gaz et *aux substances dissoutes dans* » *un liquide,* n'ont pas d'ouvertures qui correspondent au diamè- » tre des globules du sang. . . . . La cause de l'im- » bibition, de la perméabilité des parties animales, est donc le » pouvoir qu'ont les substances de s'étendre uniformément dans » le liquide qui les tient en dissolution. »

On voit qu'il est uniquement question dans tout ceci de gaz et de liquide. Quant aux solides, J. Muller ne juge pas même à propos d'en parler, leur passage dans la circulation étant regardé par tout le monde comme impossible. M. Kürschner ne mentionne comme susceptibles d'absorption que les liquides et les substances dissoutes (3).

M. Valentin a émis la même opinion (4), et il a même conclu de ses expériences que la graisse ne traverse pas les membranes animales.

(1) *Handbuch der rationellen Pathologie;* Brunswick, 1847, t. II, 1re partie, p. 767.

(2) *Manuel de physiologie,* traduit par Jourdan, t. I, p. 185.

(3) *Art. Aufsaugung, in R. Wagners Handwörterbuch ;* Brunswick, 1842, t. I, p. 35.

(4) *Lehrbuch der Physiologie,* 1844, t. I, p. 566.

Mais personne n'a énoncé ce principe aussi positivement que M. Mialhe. Voici comment il s'exprime (1) :

« Les vaisseaux dans lesquels se meuvent nos humeurs constituent un système clos de toutes parts, et ne présentant, en aucun » point de leur trajet, la moindre ouverture appréciable qui » permette d'expliquer le passage de certaines substances, soit à » leur intérieur, soit à leur extérieur; les prétendues *bouches* » *absorbantes* qu'admettait l'ancienne anatomie à l'origine des » lymphatiques et des veines, sont niées par tous les physiologistes » depuis que l'observation directe a cherché en vain à les constater.

» La conséquence inévitable de cette disposition anatomique, » c'est qu'aucune substance du monde extérieur n'est apte à pénétrer dans le domaine circulatoire qu'à la condition de pouvoir » filtrer à travers les membranes qui forment les parois des vaisseaux, c'est-à-dire d'imbiber les tissus dont elles sont formées, » d'être *endosmotiques*. Or, cette condition ne peut être remplie » que par les liquides et les gaz, d'où cette conclusion immédiate : » que les corps solides qui ne trouvent pas dans nos organes les » agents nécessaires pour devenir liquides, ne sauraient être » absorbés.

» Depuis longtemps ces principes étaient admis, sauf quelques » exceptions, par la majorité des médecins et des physiologistes. » Nous croyons cependant les avoir, le premier, formulés d'une » manière précise, et leur avoir donné une application générale » en montrant les véritables conditions dans lesquelles se trouvent, après leur ingestion, les substances insolubles dont l'action sur l'organisme n'était soumise à aucun doute. . . . . » . . . . . La solubilité est, dans les végétaux » comme chez les animaux, la condition essentielle de l'absorption..... »

Il y a cependant chez M. Mialhe une contradiction. De même qu'il admet que, pour être endosmotique et absorbable, une substance doit être à l'état liquide; réciproquement, il admet que toute sub-

(1) *Chimie appliquée à la physiologie et à la thérapeutique;* Paris, 1856, p. 195 et suivantes. La même doctrine avait été émise par cet auteur, dans son *Traité de l'art de formuler;* Paris, 1848, p. 19.

stance à l'état liquide est endosmotique et absorbable. Or, selon lui, l'albumine n'est pas endosmotique; elle est donc insoluble, elle n'est pas *dissoute* dans les liquides qui la contiennent, elle y est seulement *suspendue;* elle y est probablement à l'état globulaire, et M. Mialhe a cherché à le démontrer en y ajoutant, sous le microscope, de l'eau de baryte, qui y fait apparaître des corpuscules arrondis de $\frac{1}{200}$ de millimètre de diamètre. Cependant lui-même ne regarde pas cet état globulaire comme suffisamment prouvé; mais il considère comme positivement démontrée l'insolubilité de l'albumine. Or, dans les hydropisies, celle-ci s'épanche dans le tissu cellulaire et dans les cavités séreuses, puis elle disparaît par absorption. Il ne s'agit pas dans ces cas de ce que M. Mialhe appelle de l'albumine modifiée, mais bien de l'albumine normale, coagulable par la chaleur et l'acide nitrique, à coagulum insoluble dans un excès d'acide. Ainsi voilà une substance insoluble et non endosmotique qui est exhalée et absorbée. On ne perdra pas de vue que je raisonne ici d'après les principes posés par M. Mialhe, et non d'après les faits. Ceux-ci m'ont démontré que le sérum du sang passe très-bien et en abondance à travers les membranes organiques : j'ai répété l'expérience plusieurs fois en employant l'eau simple et l'eau sucrée, le cœcum du lapin, le jejunum et l'appendice cœcal de l'homme, la vessie urinaire du lapin, et toujours avec le même résultat. L'erreur de M. Mialhe provient de ce qu'il a employé les membranes de l'œuf, qui en effet présentent cette particularité de ne pas se laisser pénétrer par l'albumine. Celle-ci est bien réellement à l'état de dissolution dans les fluides qui la contiennent, et elle est comme eux soumise aux lois de l'endosmose.

Cependant M. Rudolf Wagner avait déjà émis l'opinion que des corpuscules très-divisés pouvaient être absorbés sans passer par l'état liquide.

Voici comment il s'exprime (1) : « On n'a pas encore expliqué » d'une manière satisfaisante, par quel mécanisme les simples » frictions mercurielles pratiquées sur la peau intacte, font péné-

(1) *Lehrbuch der speziellen Physiologie;* Leipzig, 1842, p. 276.

» trer dans la masse du sang des molécules de mercure arrivées
» à un très-grand état de division (elles ont souvent moins de 1/1500
» à 1/2000 de ligne de diamètre, mais parfois aussi davantage). De
» même on voit pénétrer dans les vaisseaux lymphatiques de
» petites particules métalliques coloriées, par exemple des parti-
» cules de cinabre appliquées au moyen du tatouage, procédé par
» lequel des vaisseaux lymphatiques superficiels sont lésés; et ces
» particules vont souvent se déposer dans des parties éloignées du
» siége de l'application, par exemple dans les ganglions axillaires. »

A M. R. Wagner revient l'honneur d'avoir le premier posé le fait du passage des particules solides dans la circulation, en se basant uniquement sur des faits expérimentaux et abstraction faite de toute théorie de bouches absorbantes.

En 1843, M. Oesterlen annonça qu'il avait fait passer en nature dans la circulation des globules de mercure, en frictionnant la peau avec de l'onguent mercuriel, et en le faisant avaler à des animaux (1). Ceci venait confirmer l'un des faits avancés par Wagner; cependant il ne s'agissait que d'une substance liquide insoluble, que l'on peut comparer à la graisse, et non de particules solides proprement dites.

Une année plus tard M. Herbst crut retrouver dans les chylifères et le canal thoracique des particules microscopiques insolubles identiques avec celles du contenu de l'intestin grêle, et provenant du lait, de la viande et du pain qu'avaient pris les animaux sur lesquels il expérimentait (2). Lorsqu'on parcourt ses observations, on trouve qu'elles donnent lieu aux remarques suivantes :

1° M. Herbst confond la plupart du temps les globules rouges et blancs du sang et les globules du chyle et de la lymphe sous la dénomination commune de globules du sang (*Blutkügelchen, Blutkörperchen*). De là vient qu'il décrit sous ce nom des globules colorés et blancs, et qu'il parle quelquefois du noyau et des granulations des globules du sang.

2° Les particules qu'il a trouvées identiques dans le chyle, dans

(1) *Archiv für physiologische Heilkunde;* 1843, p. 536.

(2) *Das Lymphgefäss-System und seine Verrichtung;* Göttingen, 1844, p. 140.

le contenu du canal thoracique, et dans le contenu de l'intestin, ne sont autre chose que des globules de graisse. Dès lors on comprend comment ils ont dû se montrer identiquement les mêmes dans l'intestin et dans les chylifères, et comment leur abondance a pu varier selon qu'on avait nourri l'animal avec du pain, de la viande, du lait ou des légumes. Nous verrons que la présence de ces globules dans le chyle n'exige nullement la condition qu'ils aient passé sans modification à travers le tissu des villosités.

Les globules de graisse sont désignés par M. Herbst sous les noms de globules du chyle ou de la lymphe, globules du lait, etc. (*Lymphkügelchen, Chyluskügelchen, Milchkügelchen*), et signalés comme ayant des dimensions très-variables. L'identité de ces globules dans le chyle et dans la lymphe ne permet nullement de reconnaître ceux qui peuvent avoir pénétré par absorption, et encore moins de distinguer l'espèce d'aliments dont ils sont le produit.

Il décrit ces globules comme étant sphériques et diaphanes; quelquefois cependant il y indique l'existence d'un noyau et de granules, ce qui prouve que dans ce cas il les a confondus avec les véritables globules du chyle, habituellement réunis aux globules du sang.

3° Dans la plupart de ses observations, M. Herbst signale la présence de granules moléculaires dont l'abondance varie selon les aliments, et qui sont surtout nombreux lorsque l'animal a mangé de la viande. Parfois ces granules sont animés d'un mouvement très-vif de rotation, de va-et-vient, qui a fait supposer à cet auteur qu'il avait sous les yeux des infusoires. Ce qu'il appelle ainsi ne me paraît être autre chose que des granules agités du mouvement brownien.

M. Herbst a suivi les globules de graisse et les granules moléculaires des chylifères dans le canal thoracique et de celui-ci dans le sang contenu dans la veine cave supérieure et dans les cavités du cœur (1). Il a vu, comme beaucoup d'autres avant lui, que fréquemment la lymphe et le chyle prennent une teinte rougeâtre. Il a démontré que cette teinte dépend de la présence des glo-

(1) *Opere citato*, p. 204.

bules rouges du sang, parfois très-nombreux, qui ont passé du système sanguin dans les radicules lymphatiques. Il signale l'abstinence et la réplétion vasculaire comme favorisant ce passage; il l'a provoqué artificiellement en remplissant outre mesure le système sanguin au moyen d'injections d'eau, de lait, de sang ou de solution de gélatine tiède poussées dans les veines (1).

M. Herbst conclut de ses nombreuses expériences que les globules que l'on trouve dans le chyle (et qui ne sont autres que des globules de graisse) sont identiques en nombre, en volume et sous tous les autres rapports avec ceux que l'on rencontre dans la partie correspondante de l'intestin. D'autre part, si les chylifères absorbaient seulement les liquides contenus dans l'intestin, l'aspect, la couleur, la coagulabilité du chyle ne seraient pas soumis à d'aussi grandes variations, en rapport avec la nature des aliments. Il lui paraît en conséquence probable que les globules dont il parle sont directement absorbés et passent en nature de l'intestin dans les chylifères.

Toutefois M. Herbst reconnaît qu'il n'y a là qu'une probabilité, et nullement une certitude. Pour obtenir celle-ci il eut recours à la seule voie par laquelle la physiologie positive doive aspirer à obtenir la solution des questions, à la voie de l'expérimentation. Il injecta de l'empois d'amidon dans l'œsophage de trois chiens et le rechercha dans leur chyle et leur sang, tant au moyen de l'iode que par l'inspection microscopique. Tiedemann et Gmelin (2) avaient déjà fait manger à un cheval et à un chien de l'amidon et avaient ensuite essayé leur chyle et leur sang au moyen de l'iode sans y trouver de traces de cette substance; mais dans ces essais qui n'obtinrent aucun résultat, il n'était nullement question de constater la possibilité de l'absorption des molécules solides. M. Herbst a commencé par rechercher les conditions qui permettent de manifester la présence de l'amidon au moyen de l'iode. Il a démontré que dans les liquides animaux, le sang, le lait, le chyle, l'urine, l'amidon en fort petite quantité ne fournit aucune réac-

(1) *Opere citato*, p. 231.

(2) *Versuche über die Wege auf welchen Substanzen aus dem Magen und Darmkanal ins Blut gelangen;* Heidelberg, 1820, pp. 18 et 30.

tion; il faut en ajouter une certaine quantité, puis étendre d'eau jusqu'à transparence complète. En ajoutant alors de l'eau iodée, on aperçoit à l'œil nu, et mieux encore à la loupe, de très-petits points d'un bleu foncé qui disparaissent à l'air. Si l'on ajoute un peu plus d'empois, il se produit par l'iode une coloration violette ou bleuâtre qui disparaît bientôt. L'eau iodée est préférable à la teinture d'iode parce que celle-ci, en coagulant l'albumine, tend à masquer les résultats. Avec elle aussi on obtient des flocons bleuâtres; mais ils sont bientôt masqués par le coagulum albumineux jaunâtre (1). Il est étonnant qu'après avoir si soigneusement étudié la question, il n'ait pas songé à aciduler légèrement les liquides à essayer; il aurait vu alors la teinte bleuâtre se manifester beaucoup plus vite. Il n'aurait pas dû négliger non plus d'observer cette réaction sous le microscope (2). Les essais de M. Herbst étaient sans doute très-imparfaits et dénotaient de la part de leur auteur peu d'habitude du microscope et des réactifs, et peu de connaissance des données antérieurement acquises par la science. Ainsi, d'une part, il confond les globules rouges et blancs du sang, les globules du chyle et ceux de la lymphe; d'autre part, sous le nom de globules ou de corpuscules du chyle ou de la lymphe, il désigne les globules de graisse dont il n'a pas reconnu la nature.

Cependant il ne mérite pas le reproche que lui adresse M. Donders (3), d'avoir prétendu qu'il y a des molécules différentes selon que l'animal a mangé de la viande, du pain ou du lait. En lisant M. Herbst, on voit qu'il s'agit constamment de globules de graisse qu'il compare à ceux du lait, et qui diffèrent seulement par le volume et la quantité. Or, il n'a fait ici que confirmer, au moyen du

(1) *Das Lymphgefäss-System und seine verrichtung;* p. 323.

(2) Je ne parle pas ici des cas où M. Herbst, expérimentant avec une solution d'indigo, *crut* avoir vu (p. 289 et suivantes) de très-petites molécules colorées dans les chylifères, parce qu'il n'est pas *sûr* de les avoir vues, et parce qu'il ne s'est en aucune façon assuré de la nature de ces molécules. Lui-même a sans doute senti le peu de valeur de cette expérience puisqu'il ne l'a pas invoquée à l'appui du passage des particules solides dans le torrent de la circulation. Voir la note à la fin du mémoire.

(3) *Onderzoekingen omtrent den overgang van vaste moleculen in het Vaatstelsel; in Nederlandsch-Lancet*, 2me série, 1848-1849, t. IV, p. 146.

microscope, un fait qui ressortait déjà des travaux de Leuret et Lassaigne (1), de Tiedemann et Gmelin (2), de Marcet, de Prout, de Magendie (3), de Schultz (4), etc. Il résulte en effet de ces travaux que la composition du chyle varie en raison de la nature des aliments, qu'il n'est pas le même lorsque l'animal fait usage d'aliments végétaux ou animaux, et que la différence porte surtout sur la graisse. Ceci prouve que les recherches de M. Herbst, quoique présentées sous une forme peu en harmonie avec l'état actuel de la science, ne méritaient pas l'oubli dans lequel elles ont été laissées. Ses essais sur l'absorption de globules d'amidon, malgré leur imperfection, valaient bien la peine d'appeler l'attention des physiologistes.

Les recherches de M. Herbst avaient passé inaperçues, lorsqu'en 1847, M. Oesterlen, poursuivant les recherches commencées en 1843, annonça avoir observé le passage dans le torrent de la circulation de molécules de charbon de bois et de bleu de Prusse (5).

Il employa de préférence le premier parce que les formes particulières, anguleuses, caractéristiques de ses molécules, sa couleur et sa résistance à tous les réactifs le rendent plus facile à reconnaître. Il en donna pendant 5 à 6 jours à cinq lapins, à un petit chat et à deux jeunes coqs. Il rencontra partout des particules de charbon dans le sang des veines mésentériques, de la veine porte, du cœur, dans le foie, les poumons, la rate, en moindre quantité dans les reins et la veine cave inférieure.

Il répéta les mêmes expériences avec le même résultat au moyen du bleu de Prusse récemment précipité. Dans le sang des veines mésentériques, de la veine porte et dans les différents organes, il trouva des particules offrant tous les caractères des molécules du

(1) *Recherches physiologiques et chimiques pour servir à l'histoire de la digestion;* Paris, 1825, p. 158.

(2) *Die Verdauung nach Versuchen;* Heidelberg, 1826-1827, t. II, pp. 69, 79, 88.

(3) *Précis élémentaire de physiologie;* Bruxelles, 1838, p. 308.

(4) *System der Circulation;* Stuttgart et Tubingue, 1836, p. 37.

(5) *Ueber den Eintritt von Kohle und andern unlöslichen Stoffen vom Darmkanal aus in die Blutmasse; Zeitschrift für rationelle Medicin;* Heidelberg, 1847, t. V, p. 434.

bleu de Prusse. Cependant il regarde cette substance, de même que le cinabre, comme moins convenable que le charbon; ses molécules sont moins bien caractérisées, moins appropriées par conséquent à démontrer le fait en question. M. Oesterlen ne croit pas pouvoir expliquer le passage de ces molécules à travers l'épithélium, les tissus et les parois vasculaires. Les pores et les bouches absorbantes sont repoussés par tous les anatomistes, et l'observation ne permet plus de les admettre. Sont-elles poussées à travers les interstices des faisceaux de fibres, à peu près comme le sont les aiguilles et autres corps étrangers qui traversent nos tissus? ou bien pénètrent-elles à travers des déchirures de l'épithélium et des membranes? Il pose ces questions sans les résoudre; seulement il fait remarquer que souvent ces particules sont carrées ou arrondies, ne présentant ni angles aigus, ni pointes acérées, qui pourraient expliquer leur pénétration.

M. Eberhard trouva des globules de mercure dans les veines d'un lapin, auquel 6 heures auparavant il avait pratiqué des frictions mercurielles. Ayant nourri des animaux avec du charbon, il rencontra des particules de ce corps dans le sang et dans la lymphe du mésentère. Un chien auquel il avait donné des fleurs de soufre présenta des molécules de soufre de très-petites dimensions dans les chylifères et le canal thoracique, dans les veines mésentériques et la veine porte (1). Il pense d'après cela que la graisse peut être absorbée en nature, et que de même les œufs des entozoaires peuvent parvenir dans l'organisme. M. Henle tint compte de ces faits et les rapprocha du passage des entozoaires non armés dans la masse du sang. Les liquides insolubles, tels que les corps gras et le mercure, lui paraissent susceptibles d'une division à l'infini qui permet leur pénétration par les pores inorganiques de nos tissus, par les pores par lesquels passent les liquides et les substances solubles. Quant aux corps solides, il n'en nie plus l'introduction dans l'économie; mais il ne peut la comprendre que par l'existence, chez les entozoaires en question, d'un appareil spécial de déglutition ou par

(1) *Versuche über den Uebergang fester Stoffe von Darm und Haut aus in die Säftemasse des Körpers;* Zürich, 1847.

celle d'un liquide dissolvant qui détruit les tissus au-devant d'eux, ou bien plutôt par la supposition d'une dilacération des parois intestinales à travers laquelle les corps étrangers seraient poussés par les contractions de ces parois (1). Il formula ainsi le premier d'une manière positive la doctrine de la dilacération, indiquée déjà par M. Oesterlen.

En 1848, M. Donders fit entreprendre une série d'expériences sur ce sujet par un de ses élèves, M. Mensonides, qui en fit le sujet de sa dissertation inaugurale. Ces expériences furent accomplies avec les précautions les plus minutieuses sous les yeux mêmes de l'illustre physiologiste (2). M. Mensonides employa l'onguent mercuriel, les fleurs de soufre, l'amidon et le charbon végétal réduit en poudre très-fine. Il commença par établir les caractères microscopiques et chimiques de ces diverses substances, afin de pouvoir les reconnaître partout (3). Il pratiqua chez trois lapins des frictions mercurielles sur l'abdomen préalablement rasé; chez un de ces animaux il rencontra des globules de mercure dans le foie et dans les poumons, mais non dans le sang, ni dans la bile, ni dans les urines.

Il fit manger à un lapin des herbes saupoudrées de fleurs de soufre : il retrouva des corpuscules semblables à ceux de cette substance dans le sang d'une veine sous-cutanée de la cuisse. Des lapins dont les aliments avaient été saupoudrés de charbon végétal, offraient des molécules de charbon dans le sang, les poumons et le foie.

A d'autres lapins il injecta dans l'estomac de l'amidon délayé dans de l'eau. Il retrouva les globules d'amidon dans le mésentère et dans le sang, mais jamais dans le poumon ni dans le foie. Chez les lapins qui prennent une nourriture ordinaire on trouve quelquefois dans le sang et dans les organes des particules noires en

(1) *Handbuch des rationnellen Pathologie*, t. II, 1re partie. Brunswick, 1847, p. 146.

(2) *Onderzoekingen, etc.; Nederlandsch-Lancet*, 2me série, t. I, 1848-1849, t. IV, p. 141.

(3) *De absorptione molecularum solidarum nonnulla*. Utrecht, 1848, p. 14.

tout semblables aux molécules charbonneuses; seulement leur nombre est beaucoup plus restreint que chez les animaux nourris avec du charbon.

Chez les grenouilles l'expérience échoua avec la fleur de soufre, mais elle réussit avec le charbon et l'amidon. M. Mensonides parvint même à voir des globules d'amidon dans les vaisseaux du mésentère et M. Donders vérifia son observation (1).

Ces physiologistes conclurent de leurs expériences que des molécules solides introduites dans l'intestin sont susceptibles de pénétrer dans le torrent de la circulation. Ces molécules pénètrent-elles par les vaisseaux sanguins ou par les chylifères? Ils ne sont pas parvenus à le déterminer; mais ils sont disposés à admettre que c'est par les chylifères. En effet, les molécules solides ont été retrouvées surtout dans les poumons; c'est là qu'elles se déposent en plus grande quantité; dans le foie au contraire on n'en rencontre que peu. Si elles étaient absorbées par les veines mésentériques et si elles passaient par la veine porte, elles devraient se déposer en majeure quantité dans le foie. Le contraire doit avoir lieu si l'absorption se fait par les chylifères, le premier système capillaire que traversent les substances contenues dans ceux-ci, étant le système capillaire des poumons. Cette considération ferait supposer que c'est le système lymphatique qui se charge de ces particules; cependant, MM. Donders et Mensonides ne les ont pas rencontrées, ou seulement d'une manière douteuse, dans les ganglions mésentériques. — Ils font encore valoir cette raison, que la structure des vaisseaux sanguins est parfaitement connue, et paraît exclure la possibilité de l'introduction des molécules solides, tandis que celle des radicules du système lymphatique est encore enveloppée de doutes.

Peu de temps après que MM. Donders et Mensonides eurent ainsi confirmé les expériences de M. Oesterlen, M. Mialhe, sans connaître leurs travaux, communiqua à l'Académie de médecine de Paris, dans la séance du 17 août 1848, une note sur le même sujet.

Il affirmait avoir répété ces expériences, et en avoir retiré la

(1) F. Alderts Mensonides, *Opere citato*, pp. 27 et 29; Donders, *Nederlansch-Lancet*, t. IV, 1848-1849, pp. 157 et 159.

certitude la plus absolue que le charbon introduit dans les voies digestives ne peut passer dans le torrent circulatoire (1).

Voici ses conclusions :

« 1° Contrairement à ce qu'a publié M. Oesterlen, le passage des » corps insolubles dans le torrent circulatoire est un fait *impos-* » *sible ;*

» 2° Un médicament interne, pour avoir sur l'organisme une » action bien réelle ou, pour mieux dire non locale, doit être so- » luble ou susceptible de le devenir par suite de réactions chimi- » ques opérées dans le sein de nos organes;

» 3° Les corps solubles sont seuls aptes à éprouver le phéno- » mène de l'absorption, et le vieil axiome : *corpora non agunt* » *nisi sint soluta*, est une vérité non moins absolue en physiologie » qu'en chimie générale. »

Dans la séance du 27 février 1849, Soubeiran donna lecture d'un rapport sur cette note (2). La commission au nom de laquelle il parlait avait constaté que, en donnant à des poules des aliments mêlés avec une certaine quantité de charbon réduit en poudre impalpable et les sacrifiant ensuite, on ne trouvait pas à l'autopsie la moindre trace de charbon dans le sang. Cependant le canal intestinal était gorgé de charbon, de sorte que si l'absorption s'en était opérée, on aurait dû le retrouver dans ce liquide. Il avoua du reste n'avoir examiné que le sang, et nullement les tissus des organes; il ne dit rien du nombre d'expériences, ni du temps pendant lequel le charbon fut administré. Il conclut toutefois très-affirmativement que M. Mialhe avait rendu un service à la thérapeutique en démontrant d'une manière plus précise, que les corps ne sont absorbés et n'agissent qu'à l'état de dissolution, et en montrant *la fausseté* des expériences de M. Oesterlen. Il avoue ne pas connaître en détail celles-ci, ce qui ne laisse pas que d'entacher sa conduite d'une légèreté peu compatible avec l'importance et les difficultés de la question.

Soubeiran fut appuyé par MM. Dupuy, Piorry et Bérard. Ce

(1) *Gazette médicale de Paris*, 1848, p. 5.

(2) *Ibidem*, 1849, p. 168.

dernier posa en principe que pour qu'une substance insoluble pût être absorbée, il faudrait qu'il y eût, comme le croyaient les anciens, des orifices organisés dans nos membranes. Or il n'y a que des pores susceptibles de donner passage à des liquides; donc M. Mialhe a raison contre M. Oesterlen.

Ces idées furent combattues par Orfila, MM. Gaultier de Claubry et Bussy. Orfila dit qu'on n'aurait pas dû seulement examiner le sang, mais aussi les divers organes, et que, du reste, la substance ingérée peut ne se trouver dans le sang qu'un moment donné et toujours très-court. M. Bussy fit remarquer que le mercure se retrouve dans les organes à l'état métallique, et que les matières grasses sont absorbées sans être dissoutes, à l'état de simple émulsion. Il en conclut que les substances insolubles peuvent être absorbées, mais que peut-être elles doivent se trouver dans certaines conditions de mollesse et de flexibilité.

L'Académie de médecine de Paris en resta là; la question avait été renvoyée à la commission, avec adjonction de trois nouveaux membres; mais on n'en parla plus.

Bérard nie complétement l'entrée des molécules insolubles dans le torrent circulatoire (1). Il cite à l'appui de son opinion les expériences de M. Mialhe et celles de Soubeiran. Lui-même en institua conjointement avec MM. Claude Bernard et Charles Robin. Ils employèrent le noir de fumée, dont les molécules, excessivement fines, n'offrent pas les dispositions anguleuses de celles du charbon de bois. Les veines mésentériques, les ganglions, les vaisseaux chylifères, n'offrirent aucune particule noire. La muqueuse intestinale présentait une teinte d'un noir foncé, comme si elle en était pénétrée; mais un filet d'eau entraînait cette couche purement déposée à la surface. Quant à des molécules de $^1/_{60}$ à $^1/_{40}$ de ligne de diamètre, comme celles que M. Oesterlen dit avoir rencontrées dans le sang, elles ne pourraient y pénétrer que par déchirure. Cette explication constitue la théorie de la dilacération qui avait déjà été proposée par M. Henle, et que j'apprécierai dans la troisième partie de mon travail. Bérard, pas plus que M. Mialhe ni Soubeiran, ne con-

(1) *Cours de physiologie*, 1849, t. II, p. 725.

naissait les expériences si bien faites de MM. Donders et Mensonides.

En 1849, M. Follin montra à la Société de biologie, sur les téguments d'un homme tatoué, la pénétration du vermillon dans les ganglions lymphatiques de l'aisselle. Ce phénomène ne se présente pas quand le tatouage est récent (1). M. Follin rapproche ce fait de celui signalé par M. Claude Bernard, dans lequel le curare en dissolution n'est pas absorbé. Il en conclut que les lois de l'absorption ne sont pas encore bien connues, des substances solubles pouvant ne pas être absorbées, tandis que des substances insolubles le sont : ces faits sont tous les deux en désaccord avec les théories qui ont cours actuellement. On ne doit pas oublier que le fait du passage dans les ganglions lymphatiques des matières employées pour le tatouage avait déjà été indiqué en 1842 par M. R. Wagner.

En 1851, M. Donders publia dans le Journal de MM. Henle et Pfeuffer un nouvel article, dans lequel il ne fit que reproduire ce qu'il avait écrit auparavant dans le *Nederlandsch Lancet* (2). M. Bruch répéta les expériences de M. Oesterlen, et obtint des résultats analogues : il retrouva les molécules de charbon de bois avec leurs formes caractéristiques, dans le torrent de la circulation, et surtout dans le chyle et dans le sang de la veine porte (3).

M. Claude Bernard, à l'exemple de Bérard et de M. Henle, nia le passage des molécules solides dans le torrent circulatoire, autrement que comme un phénomène de dilacération opérée par les aspérités des molécules de charbon. Voici comment il s'exprime à cet égard (4).

« Une autre question est celle-ci : *Des matières insolubles peu-*
» *vent-elles pénétrer dans l'économie à l'état d'insolubilité?*

» On a prétendu que des particules insolubles dans tous les

(1) *Absorption des solides, comptes rendus des séances et mémoires de la Société de biologie*, Paris, 1849, p. 79.

(2) *Untersuchungen über den Uebergang fester Molecüle in das Gefässsystem*, dans *Zeitschrift für rationelle Medizin*, nouvelle série, 1851, t. I, p. 415.

(3) *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Dunndarmschleimhaut, in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1853, t. IV, p. 290.

(4) *Sur l'absorption des gaz et des liquides, leçons faites au collége de France; Union médicale*, 1853, p. 416.

» liquides, telles que les poudres de charbon, de vermillon et de bleu
» de Prusse, pouvaient être absorbées. Quant au charbon, on en a
» donné en quantité à des animaux et on en a trouvé, à l'aide du
» microscope, dans la veine porte et dans les vaisseaux lympha-
» tiques. Mais il faut ajouter que si, au lieu de poudre de charbon,
» on fait ingérer aux animaux du noir de fumée qui est exempt
» d'angles et d'aspérités, on n'en rencontre aucune trace ni dans les
» vaisseaux sanguins ni dans les vaisseaux lymphatiques; les expé-
» riences ont été faites avec soin par MM. Bérard, Orfila et Robin.
» Relativement aux deux substances minérales employées pour le
» tatouage, et qu'on introduit en piquant la peau, elles s'incor-
» porent à celle-ci, et y restent; cependant M. Follin en a con-
» staté des particules dans les ganglions lymphatiques voisins du
» tatouage, et M. Bernard dans ceux de l'aisselle. Qu'arrive-t-il dans
» ces différents cas? N'est-il pas probable que les aspérités du
» charbon, de même que celles du vermillon et du bleu de Prusse,
» ont attaqué les bouches absorbantes, et que ce n'est qu'ainsi que
» ces corps ont pénétré? Ce qui rend cette explication probable,
» c'est que le noir de fumée n'a pu être rencontré dans aucun
» vaisseau. Il n'y aurait donc, dans ce fait, qu'une pénétration
» traumatique; car l'absorption véritable est une transsudation
» sans solution de continuité. Ce qui se passe ici pourrait être com-
» paré à la résorption purulente. »

M. Virchow se rangea à la même opinion (1) : il pense que le passage de particules solides à travers les parois intestinales dans les vaisseaux sanguins peut tout au plus être considéré comme le résultat d'une perforation des parties molles.

MM. Charles Robin et Verdeil posent comme un fait incontestable qu'on retrouve des particules de charbon de bois bien caractérisées dans le sang de la veine porte, dans le foie, le poumon et les ganglions mésentériques des animaux nourris pendant plusieurs jours avec des aliments qui ont été mélangés avec cette substance.

(1) *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie*, Berlin, 1851, t. IV, p. 538. — *Ueber einige Zustände des Darmzotten; Verhandlungen der Physicalisch-Medicinischen Gesellschaft in Würzburg;* Würzburg, 1854, t. IV, p. 351.

Ces expériences ont été faites en présence de Bérard et d'Orfila; mais ils n'ont vu pénétrer ni l'amidon ni le noir de fumée (1). Cependant, il n'y a pas là absorption; il n'y a pas non plus dilacération; il y a un autre phénomène, la *pénétration*. C'est par le même mécanisme que les spores et le mycelium des entophytes pénètrent dans l'intérieur des tissus des animaux (2). C'est la doctrine de la pénétration que je discuterai dans la troisième partie.

M. Keber attribue en grande partie du moins le passage des particules solides à l'existence des pores microscopiques qu'il a découverts dans toutes les substances organiques et inorganiques. Ces pores dans nos tissus ont $\frac{1}{1200}$ à $\frac{1}{2000}$ de ligne (0,0816 à 0,001 millième), et peuvent atteindre jusqu'à $\frac{1}{800}$ à $\frac{1}{600}$ de ligne (0,0025 à 0,0033. C'est la doctrine de la porosité qui sera discutée plus loin avec les précédentes (3). Il rapporte qu'on a trouvé du mercure métallique dans les organes et même dans la salive des personnes atteintes de salivation; lui-même dit y avoir reconnu dans ce dernier cas des globules métalliques de $\frac{1}{2000}$ de ligne /0,001 millimètre).

MM. Marfels et Moleschott injectèrent du sang défibriné de bœuf, de veau et de mouton dans l'estomac de grenouilles, et en retrouvèrent les globules dans le sang du mésentère et du cœur (4). Ils ont même rencontré de ces globules à l'intérieur des cellules épithéliales, ce qui prouverait que leur passage s'effectue, comme celui des substances absorbées, à travers celles-ci. Ils ont noté que souvent cette expérience ne réussissait pas. Ils l'exécutèrent aussi avec les granules du pigment de l'œil, qui sont faciles à reconnaître, et obtinrent les mêmes résultats.

(1) *Traité de chimie anatomique et physiologique;* Paris, 1852, t. III, p. 518.

(2) *Loco citato,* Ch. Robin, *Histoire naturelle des végétaux qui croissent sur l'homme et sur les animaux vivants;* Paris, 1853, p. 287.

(3) *Mikroskopische Untersuchungen über die Porosität der Körper;* Königsberg, 1853.

(4) *Der Uebergang kleiner fester Theilchen aus dem Darmkanal in den Milchsaft und das Blut. Wiener medicinische Wochenschrift,* 1854, p. 817. *Sur la voie par laquelle de petits corpuscules passent dans l'intérieur des vaisseaux sanguins;* Comptes-rendus hebdomadaires de l'institut de France, 1854, t. XXXIX, p. 107.

M. Funke, au contraire, prétendit démontrer qu'aucune substance non dissoute, pas même la cire à l'état d'émulsion, ne peut traverser l'épithélium et la substance des villosités (1), M. Hoffmann fit avaler de l'onguent mercuriel à huit animaux sans trouver de traces de mercure métallique ni dans le chyle, ni dans la veine porte, ni dans la veine cave, ni dans les cavités du cœur, ni dans les poumons, ni dans le foie, ni dans la rate, ni dans les reins, ni dans la bile et l'urine (2). Des lapins et un homme auxquels on avait pratiqué des frictions mercurielles n'en présentèrent pas davantage. M. Hoffmann en conclut que le mercure ne passe jamais en nature dans le sang. Il a vu au contraire les globules de graisse être absorbés et pénétrer rapidement dans les villosités intestinales.

M. Hollander trouve que de toutes les expériences, les plus décisives sont celles de MM. Marfels et Moleschott; les autres, selon lui, ne méritent que peu de confiance, les molécules solides trouvées dans le sang et les organes ayant pu être introduites du dehors (3). Il résolut donc de les répéter, et après avoir apporté à l'examen microscopique tout le soin convenable, il conclut que les globules du sang des mammifères, et en particulier ceux du mouton, ne passent nullement en nature dans le système vasculaire de la grenouille.

Voilà l'exposé des travaux entrepris, sur le sujet que je traite, par ceux qui m'ont précédé, et les résultats auxquels ils ont été conduits. On voit que ces résultats ne sont nullement concordants, et que la manière de les interpréter est bien loin d'être définitivement fixée.

J'espère que les recherches auxquelles je me suis livré, et que je vais maintenant exposer, auront contribué à rapprocher de sa solution définitive cette importante question.

(1) *Beiträge zur Physiologie der Verdauung; Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1855, t. VI, p. 304.

(2) *Ueber die Aufnahme von Quecksilber und der Fette in den Kreislauf.* Würzburg, 1854.

(3) *Quaestiones de corpusculorum solidorum e tractu intestinali in vasa sanguifera transitu.* Dorpat, 1856.

DEUXIÈME PARTIE.

Passage des particules solides dans les tissus et dans le torrent de la circulation.

CHAPITRE PREMIER.

PASSAGE DES PARTICULES INTRODUITES DANS L'INTESTIN. — EXPÉRIENCES DE DIVERS AUTEURS.

L'absorption constitue une propriété générale de l'organisme : toutes ses parties sont également susceptibles de l'exercer; les différents modes d'administration des médicaments, les diverses voies par lesquelles pénètrent les poisons, sont, pour le démontrer, d'accord avec les expériences des physiologistes. Cependant, il est une partie à laquelle cette fonction paraît plus spécialement dévolue, qui a pour mission particulière l'introduction de substances étrangères au sein de l'organisme, dans le but de l'entretenir et de le renouveler. Cette voie principale d'absorption, c'est l'intestin. On ne doit donc pas s'étonner si elle a surtout, et avant toutes les autres, appelé l'attention des auteurs qui se sont occupés de cette question.

Il est un seul moyen de parvenir à la vérité, de savoir si réellement des particules solides peuvent pénétrer dans le torrent de la circulation : c'est la voie de l'expérimentation et de l'observa-

tion. Tous les raisonnements, toutes les considérations tirées de la structure et de la disposition des parties ne peuvent avoir qu'une influence secondaire ; sans doute il faut en tenir compte, mais sans jamais négliger d'y joindre le flambeau de l'expérimentation, seul capable de nous empêcher de nous égarer, de faire de l'idéologie ou du roman au lieu de physiologie positive. Voilà pourquoi dans ce chapitre je ne m'occuperai que des auteurs qui se sont livrés à des expériences, et que la partie historique nous a déjà fait connaître.

Il ne s'agit plus ici de montrer la marche qu'a suivie ce point de science et les progrès qu'il a accomplis; ce but a été atteint par la partie historique. Il s'agit d'établir et de prouver un fait, et j'espère y parvenir en employant la marche qu'on doit toujours suivre dans ces sortes de recherches, c'est-à-dire en utilisant d'abord les expériences de ceux qui m'ont précédé, et les faisant suivre de celles auxquelles moi-même je me suis livré pour les confirmer et les éclaircir. Ces expériences sont, du reste, très-délicates et entourées de grandes difficultés : on comprend, en les méditant, comment, malgré tout ce qui a été fait par les hommes les plus éminents, la question attend encore une solution satisfaisante.

M. Oesterlen avait déjà, en 1843, fait avaler pendant plusieurs jours à des chats de l'onguent mercuriel, dont les globules mesuraient $\frac{1}{70}$ à $\frac{1}{1000}$ de ligne (0,0285 à 0,002 de millimètre) de diamètre. Il avait retrouvé des globules identiques de $\frac{1}{200}$ à $\frac{1}{1000}$ de ligne (0,01 à 0,002 de millimètre) dans le sang et les divers organes, surtout dans les poumons. Une grenouille, ayant été soumise pendant dix jours au même régime, fournit le même résultat. On pouvait objecter à ces expériences que les globules de mercure ne sont pas des particules solides, mais qu'ils sont constitués par un liquide, et par suite divisibles et reconstituables à l'infini. Je n'ai pas ici à examiner la valeur de cette objection sur laquelle je reviendrai plus loin. Et puis M. Oesterlen était-il bien sûr d'avoir vu des globules de mercure? La chose méritait au moins confirmation.

La partie précédente nous a appris que le premier auteur qui

ait vu ou cru voir des particules solides pénétrer de la cavité intestinale dans le torrent circulatoire, est le professeur G. Herbst.

Il fit trois expériences que je rapporterai ici succinctement (1).

Expérience I.—Un chien âgé de douze ans, très-gras, fut laissé 36 heures sans nourriture; après quoi on lui pratiqua l'œsophagotomie, et on injecta dans l'estomac, par la plaie, un liquide amylacé concentré, préparé avec 1/4 de livre d'amidon et de l'eau bouillante. Trois heures après, M. Herbst lia en deux endroits la veine lymphatique droite du cou, puis il tua l'animal, et lia en trois endroits le canal thoracique, qui présentait une coloration d'un gris rougeâtre. L'iode colorait en bleu le contenu de l'estomac, mais non celui de l'intestin, et n'agissait pas sur les ganglions lombaires. Les vaisseaux mésentériques ne purent être examinés, étant masqués par une couche de graisse. M. Herbst enleva le canal thoracique, le cœur et la grande veine lymphatique droite. Le liquide contenu dans ce dernier vaisseau et dans la partie supérieure du canal thoracique fut traité par la solution aqueuse d'iode sans donner de coloration bleue, et le microscope n'y fit découvrir que des globules de sang et de lymphe, de la graisse et des granulations moléculaires. Le sang de la veine cave supérieure et du ventricule droit, étendu d'eau et traité par la teinture d'iode, laissa voir des nuages bleus qui se portèrent vers la surface; mais aussitôt après le liquide se coagula en flocons bruns, et la teinte bleue disparut. La partie inférieure du canal thoracique, comprise entre deux ligatures, fut placée d'abord dans de l'eau sucrée, puis conservée jusqu'au lendemain dans de l'eau pure. Son contenu fut traité par la teinture d'iode, qui le troubla sans le rendre bleu; mais au fond du verre se déposa un abondant précipité qui, selon M. Herbst, dénotait la présence de l'amidon. L'examen microscopique ne fut pas institué.

Cette conclusion était sans doute prématurée; l'auteur avait employé la teinture d'iode, dont l'alcool par ses propriétés coagulantes constitue une cause d'erreur. Il n'avait pas reconnu la réaction sous le microscope. Il n'avait pas acidulé le liquide naturelle-

(1) *Das Lymphgëfass-System;* Göttingue, 1844, p. 528.

ment alcalin. L'abondance du précipité aurait dû annoncer de l'amidon en certaine quantité; comment donc la veille avait-il examiné le liquide du même canal thoracique sans en rencontrer? Du reste, je ne puis trop répéter que l'essai de l'amidon pratiqué de cette façon dans un liquide alcalin et albumineux ne peut inspirer aucune confiance. On ne peut donc pas tirer de cette expérience la conclusion que des corpuscules solides auraient passé dans le torrent de la circulation.

Expérience II.— Une forte chienne, âgée de 6 ans, fut laissée deux jours à la diète. On pratiqua l'œsophagotomie, et on injecta dans l'estomac un liquide préparé avec un quart de livre d'amidon et de l'eau bouillante. Au bout de trois heures on la tua; on lia immédiatement la grande veine lymphatique droite, qui contenait peu de liquide; on ouvrit la poitrine et on lia le canal thoracique aussi haut que possible, puis un pouce et demi plus bas. Les chylifères du mésentère étaient remplis; leur couleur, de même que celle du canal thoracique, était grisâtre, comme celle de la gélatine ou de l'empois bien cuit. Les veines caves furent liées dans le voisinage du cœur, et celui-ci fut enlevé. Le sang de l'oreillette et du ventricule droits fut étendu de beaucoup d'eau, puis de la teinture d'iode fut ajoutée goutte à goutte. Il se produisit aussitôt d'épais nuages bleus, qui ne formèrent aucun précipité, mais qui se portèrent à la surface en formant une masse brune épaisse; cependant quelques petits granules bleus se précipitèrent au fond. Même réaction pour le liquide du canal thoracique. Sous le microscope, M. Herbst trouva dans le canal thoracique et dans la veine lymphatique droite, des globules de sang et de lymphe, des globules de graisse peu abondants et quelques granules moléculaires, comme dans toutes ses observations, puis un élément spécial. Cet élément était constitué par de petits amas de globules diaphanes, à contours plus foncés que les globules de graisse, dont ils différaient beaucoup; quelques-uns étaient ovales ou anguleux, et leur volume variait d'un à deux cinquièmes de celui des globules du sang. Ces globules étaient absolument identiques à ceux observés par M. Herbst dans le liquide amylacé.

Expérience III.—Un chien vigoureux, âgé de cinq ans, fut laissé

à la diète pendant trois jours; puis on lui injecta dans l'œsophage un mélange préparé la veille avec trois onces d'amidon et de l'eau bouillante. Au bout de trois heures il fut sacrifié. Le canal thoracique était plein d'un liquide grisâtre, rappelant l'empois d'amidon; du duodénum partaient des chylifères gorgés du même liquide; ceux situés plus bas étaient moins foncés. Les vaisseaux efférents des ganglions mésentériques présentaient les mêmes caractères. Le chyle du canal thoracique, traité par la solution aqueuse d'iode, produisit de fort petits granules bleus, que la loupe rendait bien distincts, et en tout semblables à ceux produits de la même manière dans de l'empois délayé dans beaucoup d'eau. M. Herbst conclut de ces faits d'une manière non douteuse au passage des globules d'amidon dans les chylifères et dans le sang. Le soin minutieux qu'il a apporté dans toutes ses expériences, les précautions qu'il a prises, me sont un sûr garant que cet amidon n'a pas pu venir du dehors. Mais était-ce de l'amidon? J'avoue que ses expériences chimiques, tout en donnant à la chose un certain degré de vraisemblance, ne me paraissent pas convaincantes, pour les raisons que j'ai déjà indiquées. Ajoutons que M. Herbst lui-même dit que de petites quantités d'amidon facilement appréciables par l'iode lorsqu'elles sont délayées dans l'eau ne le sont plus, lorsque celle-ci est remplacée par un liquide organique tel que le sang, la lymphe, le lait ou l'urine. Son observation microscopique a plus de valeur; je regrette qu'il ne l'ait instituée que dans un seul cas. Du reste, même dans celui-ci, il manque une chose pour que la conclusion puisse être définitive : c'est la production de la réaction par l'iode sous le microscope.

Ces expériences ne mettent donc pas tout à fait hors de doute l'absorption des molécules solides de l'amidon, mais pourtant elles la rendent vraisemblable.

M. Oesterlen (1) nourrit pendant cinq ou six jours, avec du charbon de bois porphyrisé et broyé avec de l'eau, cinq lapins, un petit chat et deux jeunes coqs, de façon à en faire avaler à chaque

(1) *Ueber den Eintritt von Kohle und andern unlöslichen Stoffen vom Darmkanal aus in die Blutmasse; Zeitschrift für rationelle Medizin;* Heidelberg, 1847, p. 435.

lapin environ une once, et à chacun des autres animaux un peu moins. Il choisit le charbon de bois, parce que son insolubilité, sa couleur noire foncée, les formes extraordinaires de ses molécules, leurs angles et leurs pointes, rendent toute confusion impossible avec des formations pigmentaires. Ces animaux restèrent sains, sauf le petit chat, qui eut la diarrhée; chez tous, les excréments se colorèrent en noir. Les recherches microscopiques furent faites avec les plus grandes précautions pour empêcher tout mélange de poussière ou de charbon. En premier lieu, M. Oesterlen ouvrait quelques veines mésentériques et portait une goutte de sang sur la plaque de verre préalablement bien nettoyée et examinée. Chaque goutte de sang, chaque petit caillot d'une demi-ligne d'étendue contenait 5 à 6 molécules de charbon reconnaissables à leur forme et à leur couleur.

Les plus petites molécules, qui étaient aussi les plus fréquentes, avaient $^1/_{300}$ à $^1/_{200}$ de ligne (0,0066 — 0,01 de millim.); il n'était pas rare d'en trouver de $^1/_{150}$ à $^1/_{100}$ de ligne (0,0153 à 0,02 de millim.) de longueur. Quelques-unes avaient même $^1/_{60}$ et $^1/_{40}$ de ligne (0,033 et 0,04 de millim.) de longueur sur presque autant de largeur. C'étaient, dit M. Oesterlen, des bâtonnets avec des pointes, des angles, des appendices; quelques-unes de ces particules étaient triangulaires et présentaient des pores et des interstices comme les particules du charbon, de sorte qu'on ne pouvait les prendre pour des molécules de pigment. Il trouva ces corps dans le sang de la veine porte en assez grande abondance, dans les caillots du cœur droit, dans le foie, les poumons, la rate, en moins grande quantité dans les reins et la veine cave inférieure. Il n'en trouva ni dans la bile ni dans l'urine; le canal thoracique du chat ne lui en présenta pas davantage. La muqueuse des organes digestifs paraissait intacte.

Dans une autre série d'expériences M. Oesterlen nourrit pendant trois jours deux lapins et un jeune coq avec du bleu de Prusse récemment précipité; ces animaux restèrent sains; leurs excréments étaient colorés en bleu. Le sang des veines mésentériques et de la veine porte et les divers organes contenaient en certaine quantité des corpuscules arrondis, foncés, laissant parfois aper-

cevoir vers les bords, et même au milieu en faisant usage d'un éclairage intense, une teinte bleuâtre rappelant les particules du bleu de Prusse.

Ces faits sont bien positifs. Quand on a l'habitude du microscope, on ne confondra pas des molécules de charbon ni même de bleu de Prusse avec des produits organiques quelconques, tels que des pigments. Ceux-ci ne sont pas non plus répandus avec cette généralité; on les trouve dans un organe, mais on ne les rencontre pas partout en égale quantité, on ne les rencontre surtout pas dans le sang. Enfin la constance de ces molécules chez les animaux nourris avec les substances auxquelles elles ressemblent et leur absence chez tous les autres ne peuvent être regardées comme des effets de hasard; et le seul moyen de les expliquer c'est d'admettre le passage de ces molécules dans le torrent de la circulation. Supposera-t-on que M. Oesterlen a laissé de la poussière et des molécules charbonneuses venir souiller ses préparations? Non, car cela n'aurait pas eu lieu au même degré pour toutes. Il affirme s'être entouré de toutes les précautions possibles pour éviter cet accident, de la possibilité duquel il a tenu compte. Il ne parle de ses expériences qu'avec défiance et avec une sorte de stupéfaction, comme d'une chose paradoxale en opposition avec les lois et les idées généralement admises par les physiologistes. Nous devons donc supposer au contraire que lorsque les premières particules se sont offertes à lui, chez le premier animal mis en expérience, il a redoublé de précautions pour les suivants; et pourtant les résultats n'ont pas varié.

Les expériences de M. Oesterlen constituent des faits dont on doit tenir compte en faveur de la pénétration dans les voies circulatoires des particules solides introduites dans le tube digestif. A ces faits, on doit joindre ceux de M. Eberhard qui expérimenta de la même manière avec du charbon de bois (1). Il nourrit aussi un chien avec des fleurs de soufre et en retrouva les molécules bien caractérisées dans le sang des veines mésentériques et de la veine

(1) *Versuche über den Uebergang fester Stoffe von Darm und Haut aus in die Säftemasse des Körpers;* Zürich, 1847, p. 6.

porte, dans le chyle extrait des vaisseaux blancs du mésentère et du canal thoracique.

A cette masse déjà imposante de faits viennent se joindre ceux de MM. Donders et Mensonides, recueillis avec un soin tout particulier. Je vais ici les relater.

Expérience I (1). — Un lapin ayant été nourri depuis la veille avec des feuilles de carottes saupoudrées de fleur de soufre, on lui rasa les poils de la partie interne de la cuisse, et on y ouvrit un vaisseau. Le sang recueilli avec soin et soumis au microscope montra des globules blanchâtres en tout semblables à ceux de la fleur de soufre, et des molécules noires de la forme des particules de charbon. L'inspection des excréments prouva qu'en effet cet animal avait pris du charbon avec ses aliments. Les globules de fleurs de soufre sont ovalaires, opaques, offrant une teinte jaune foncé sur les bords, parfois réunis plusieurs ensemble. Ils mesurent $^1/_{37}$ à $^1/_{156}$ de millimètre (0,027 à 0,0064); à la lumière réfléchie, ils offrent une belle couleur jaune ou une teinte blanchâtre, qui permet de les distinguer parfaitement. Les acides minéraux ne les attaquent pas; la potasse caustique les dissout.

Expérience II (2). — Un lapin reçut pendant un jour des herbes saupoudrées de charbon végétal. Alors on lui ouvrit la veine à la partie interne de la cuisse, et on trouva dans le sang qui en découla des particules en tout semblables à celles du charbon de bois. Les fèces étaient colorées en noir.

Expérience III (3). — Un lapin nourri de même fut tué le troisième jour et présenta dans le sang des molécules semblables à celles du charbon.

Expérience IV (4). — Un lapin nourri pendant 22 jours avec du charbon, fut tué par la section de la moelle épinière. Le mésentère ayant été étendu sous le microscope, MM. Donders et Mensonides virent à sa surface des granules de charbon dont quelques-uns

(1) *De absorptione molecularum solidarum nonnulla;* Utrecht, 1848, p. 17, exp. IV.

(2) *Ibid.*, p. 18, exp. VI.

(3) *Ibid.*

(4) *Ibid.*, p. 19, exp. VII.

assez volumineux, mais ils ne parvinrent à en découvrir aucun dans les vaisseaux sanguins. La veine rénale n'en contenait pas non plus. Les chylifères ne purent être explorés à cause d'une épaisse couche de graisse qui les recouvrait. Les ganglions mésentériques présentaient quelques granules à leur surface, et peut-être aussi dans leur intérieur. Chaque goutte du sang du cœur et des divers vaisseaux renfermait au contraire des granules de charbon, toutefois peu nombreux. Les poumons insufflés et le foie furent desséchés, afin de pouvoir en détacher des tranches aussi minces qu'on pouvait le désirer.

On trouva dans les poumons des particules noires ayant l'aspect du charbon, surtout dans le tissu interlobulaire. Dans le foie, il y avait aussi par-ci par-là quelques particules noires fort petites, mais dont on n'aurait pas osé affirmer positivement si c'était du charbon.

Expérience V (1). — Un lapin fut tué, après avoir été nourri pendant 3 semaines avec des herbes saupoudrées de charbon. Dans le mésentère, il y avait de nombreuses particules de charbon, mais la plupart à la surface. Il n'y en avait pas dans les vaisseaux; une fois seulement, on vit un corpuscule noir, de la forme de ceux du charbon, se mouvoir avec le sang. Les vaisseaux du diaphragme n'en contenaient pas.

Les poumons desséchés présentaient des particules non douteuses de charbon, mais peu volumineuses. Le foie desséché aussi en contenait également; mais la plupart du temps, elles se trouvaient à la surface, circonstance qui doit provoquer des doutes.

Expérience VI (2). — Même expérience, même résultat.

Expérience VII (3). — Un lapin reçut environ pendant 15 jours, des herbes saupoudrées de poudre de charbon.

Après avoir été laissé 36 heures à la diète, il fut tué, et l'on trouva dans le sang du cœur et des vaisseaux, ainsi que dans les poumons desséchés des particules de charbon.

(1) *Opere citato*, p. 22, exp. IX.
(2) *Ibid.*
(3) *Ibid.*, p. 23, exp. IX, 6.

Expérience VIII (1). — Un lapin nourri depuis quelque temps avec des herbes saupondrées de charbon, fut laissé à la diète pendant deux jours, puis on lui injecta dans l'estomac de l'amidon mêlé avec de l'eau. Il fut tué trois heures après. Partout dans l'estomac et les intestins, il y avait des molécules de charbon en abondance, et seulement quelques globules d'amidon. Les vaisseaux du mésentère ne présentaient ni molécules de charbon, ni globules d'amidon; mais le mésentère présentait les premières en assez grande quantité. Le sang de la veine porte en présentait aussi, mais ne contenait pas non plus de globules d'amidon. Le sang des veines axillaires et du cœur offrait des particules de charbon; l'iode, ajouté au liquide acidulé par l'acide acétique, n'y produisait pas de coloration bleue; mais chaque goutte de ce sang offrait sous le microscope quelques globules de cette couleur. La rate et le foie ne contenaient ni particules de charbon ni globules d'amidon. Le parenchyme pulmonaire contenait indubitablement du charbon, mais pas d'amidon.

Expérience IX (2). — Un lapin, nourri pendant 15 jours d'aliments saupoudrés de charbon, fut laissé à la diète pendant un jour; après quoi on lui injecta dans l'œsophage de l'eau chargée d'amidon. Deux heures et demie après il fut tué; l'intestin renfermait beaucoup de charbon et peu d'amidon. Les vaisseaux du mésentère ne renfermaient aucune des deux substances; au contraire, le sang du cœur et des divers vaisseaux les contenaient l'une et l'autre; les globules d'amidon bleuissaient par l'iode et pâlissaient de nouveau par la potasse; ce qui ne permet aucun doute sur leur nature.

Les ganglions du mésentère présentaient quelques globules d'amidon, mais on ne distinguait pas bien s'ils étaient contenus à leur intérieur, ou seulement déposés à leur surface. Un de ces ganglions, desséché et coupé par tranches, n'en présentait pas.

Les poumons regorgaient de charbon, mais ne contenaient pas d'amidon. Le foie ne présentait de traces d'aucune des deux substances.

(1) *Opere citato,* p. 23, exp. X.
(2) *Ibid*, p. 24, exp. XI.

Expérience X (1). — De l'amidon délayé dans de l'eau fut injecté dans l'estomac d'une grenouille, qui fut tuée au bout d'une heure et demie. L'amidon était contenu dans l'estomac et la partie supérieure de l'intestin. Le sang du cœur en renfermait des globules fort peu nombreux, mais l'examen des vaisseaux du mésentère et des poumons n'en laissa voir nulle part à leur intérieur.

Expériences XI et XII (2). — Deux grenouilles traitées de la même manière, et tuées après 4 et 6 heures, donnèrent le même résultat. Il y avait de l'amidon dans l'intestin grêle.

Expérience XIII (3). — Même résultat avec une grenouille tuée au bout de 24 heures; l'amidon se trouvait dans l'intestin rectum.

Expérience XIV (4). — Une grenouille reçut une injection d'eau mêlée d'amidon et de charbon pulvérisé, et fut tuée au bout de 2 heures. Le mésentère montrait quelques globules d'amidon, qui paraissaient contenus dans les vaisseaux, mais sans qu'on pût l'affirmer positivement. Le sang du cœur renfermait quelques globules d'amidon et de charbon; les poumons n'en présentaient pas.

Expériences XV, XVI et XVII (5). — Trois grenouilles traitées de même furent sacrifiées 4, 5 et 24 heures après l'injection, et fournirent les mêmes résultats.

Expérience XVIII (6). — Une grenouille traitée de même et tuée au bout de 6 heures présenta les mêmes résultats, mais de plus M. Mensonides vit distinctement deux globules d'amidon contenus dans les vaisseaux du mésentère. Après que l'iode eut été ajouté, il les fit mouvoir en pressant sur la lame de verre qui recouvrait l'objet, et les vit cheminer entre les parois vasculaires.

Expérience XIX (7). — Une grenouille reçut, à un jour d'intervalle, deux injections d'amidon pulvérisé délayé dans de l'eau,

(1) *Opere citato*, p. 26, exp. XII.
(2) *Ibid.*
(3) *Ibid.*
(4) *Ibid.*, p. 27, exp. XIII.
(5) *Ibid.*, pp. 27 et 28, exp. XIII et XIV.
(6) *Ibid.*, p. 27, exp. XIII.
(7) *Ibid*, p. 29, exp. XV.

et fut sacrifiée 4 heures après la dernière. Le mésentère fut examiné immédiatement, la circulation continuant, et l'on ne vit aucun globule ni granule circuler avec le sang. De l'iode ayant été ajouté, détermina une stase; alors on vit un globule d'amidon qui paraissait logé dans un vaisseau. L'eau ajoutée à la préparation et les mouvements de rotation et de latéralité imprimés aux vaisseaux ne le firent pas changer de place. Il le fit au contraire mouvoir en appuyant avec une aiguille sur le vaisseau qui le contenait, et il le vit alors distinctement cheminer à l'intérieur du canal vasculaire. Un autre globule se présenta dans les mêmes conditions. Ces globules d'amidon se décoloraient au bout d'un certain temps, pour se colorer de nouveau par l'addition d'une préparation d'iode.

Trois grenouilles nourries avec des fleurs de soufre ne présentèrent rien; il en fut de même d'une quatrième, nourrie avec de l'amidon et du charbon pulvérisé.

MM. Donders et Mensonides examinèrent le sang de trois lapins nourris d'aliments ordinaires. Deux fois ils ne trouvèrent rien; une fois ils rencontrèrent dans le sang quelques corpuscules assez semblables à ceux du charbon végétal, mais en quantité cinq fois moins forte. Si c'était du charbon, il pouvait d'ailleurs être venu là accidentellement, ou bien avoir été ingéré par l'estomac et les poumons. Leur propre sang fournit les mêmes résultats.

J'ai rapporté ici ces expériences de M. Mensonides parce que, quoiqu'on en ait beaucoup parlé, elles sont réellement peu connues et peu appréciées, puis à cause des soins minutieux avec lesquels elles ont été instituées. Pour donner une idée de ceux-ci, je dirai que dans un cas M. Mensonides reconnut des globules d'amidon bien caractérisés, mais qu'ayant recherché la cause de ce phénomène, il trouva que cet amidon provenait de ses manchettes empesées.

Ces expériences sont probantes. Les caractères physiques et chimiques ont été mis à profit pour déterminer la nature des molécules solides renfermées dans les organes. Elles établissent donc d'une manière incontestable le fait de la pénétration dans le torrent circulatoire de particules solides ingérées dans le tube digestif,

Les expériences de MM. Claude Bernard et Charles Robin, quelle que soit l'interprétation qu'en ont donnée ces auteurs, démontrent également le fait. Il en est de même de celles de M. Bruch. Quant à celles de MM. Marfels et Moleschott, je n'en parlerai pas ici, vu qu'elles sont sujettes à contestation; je les examinerai et les discuterai plus loin.

Selon M. Ch. Robin, M. Claude Bernard aurait observé le passage dans les ganglions lymphatiques et dans le tissu pulmonaire de molécules de noir de fumée et de bleu de Prusse ingérés dans le tube digestif (1). Cependant, à l'époque même où M. Robin publiait ceci, en 1853, M. Claude Bernard niait le passage du noir de fumée dans les voies circulatoires, et ne parlait que de celui de corps plus ou moins anguleux, sans dire en aucune façon l'avoir constaté par lui-même (2). Que devons-nous penser après cela des assertions de M. Ch. Robin?

CHAPITRE II.

PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES INTRODUITES DANS L'INTESTIN. — EXPÉRIENCES DE L'AUTEUR.

J'ai répété, en les vérifiant de toutes les façons, les expériences sur la pénétration des particules solides introduites dans l'intestin. Je les ai exécutées sur des hommes, des chats, des chiens, des lapins, de jeunes moineaux et des grenouilles. Les substances que j'ai employées sont le charbon végétal, le noir de fumée, l'amidon, la craie pulvérisée, le chromate de plomb, le vert de Schweinfurt (arsénite de cuivre), le bleu de Prusse, le vermillon, l'onguent mercuriel, l'encre, le sang humain et le sang de cheval. Je ne rapporterai ici que les expériences les plus intéressantes; beaucoup

(1) *Traité de chimie anatomique et physiologique;* Paris, 1853, t. III, p. 521.

(2) *Union médicale*, 1853, p. 416.

d'entre elles appartiennent, du reste, à la partie suivante, leur but étant principalement de déterminer le mécanisme suivant lequel a lieu cette pénétration.

La substance que j'ai employée le plus fréquemment et avec le plus de succès, est le noir animal. Examiné au microscope, il se présente sous forme de molécules arrondies ou ovales, nullement anguleuses, de 0,015 à 0,002 millimètres de diamètre et au-dessous, d'un noir parfait. Ces molécules se réunissent en groupe ou amas irréguliers, de dimensions diverses, à contours inégaux et granuleux. Il n'est attaqué ni par les acides, ni par les alcalis concentrés, à chaud ni à froid, ni par le chlore. — Le noir de fumée présente des caractères analogues, seulement ses granules sont encore plus régulièrement arrondis.

Énumérons maintenant comme exemple quelques expériences.

Expérience I. — J'injectai, à une heure de relevée, à un chat nouveau-né, un mélange d'encre et de lait dans l'œsophage. Il mourut entre 5 et 6 heures. L'estomac et la moitié supérieure de l'intestin grêle renfermaient de l'encre. Celle-ci contient des granules irréguliers d'un noir foncé tirant sur le bleu, parfois anguleux, de volume très-variable. Ils pâlissent, jaunissent et finissent par disparaître par les acides oxalique et acétique, ce qui n'a lieu pour aucune substance organique qui pourrait leur ressembler, pas plus que pour le charbon animal ou végétal. Le mésentère, examiné avant l'ouverture de l'intestin, contient manifestement de semblables granules dont plusieurs semblent contenus dans les vaisseaux. Le foie en offre par-ci par-là, il en est de même du poumon et de la rate; le sang des cavités du cœur en contient aussi de bien caractérisés. Les ganglions lymphatiques de la partie supérieure de l'intestin grêle en contiennent davantage. Toutes ces parties ont été examinées avant que le tube digestif eût été intéressé, ce qui exclut l'idée que ces molécules auraient pu provenir de son contenu; mes instruments et les plaques de verre étaient parfaitement nettoyés.

Les villosités présentent un aspect particulier : elles offrent des plis transversaux, des rides dues à leur contraction, comme si l'épithélium avait été serré avec une corde. Elles ont 0,055 milli-

mètres de largeur; les plis transversaux en ont 0,035 à 0,070; leur longueur est de 0,525 à 0,7. Les cellules épithéliales ont 0,035 à 0,042 de longueur, et cette mesure est aussi celle de l'épaisseur de leur couche; leur largeur est de 0,07; le noyau a 0,05 à 0,06 de diamètre.

Vers la cavité intestinale l'épithélium présente un bord plus épais, légèrement festonné, à saillies répondant aux cellules, appréciables à la mensuration, ayant 0,001 à 0,0012 millimètres. La villosité offre immédiatement au-dessous de cet épithélium des vaisseaux de 0,007 à 0,0035, formant un plexus; plus au centre sont des fibres musculaires lisses longitudinales, de 0,0035 à 0,0025 millimètres de longueur.

Quant au lymphatique central, on n'en aperçoit aucune trace, sans doute parce que la contraction l'a fait revenir sur lui-même. Le cellules épithéliales renferment des granulations graisseuses très-abondantes, excessivement ténues, de 0,001 à 0,0004 et au-dessous, solubles dans la soude caustique. Ces granules se trouvent aussi dans la cavité intestinale, tout autour des villosités. Quant aux molécules d'encre, on les voit groupées autour des villosités, s'insinuant dans leurs plis, suivant leurs anfractuosités. Nulle part ces molécules, quelque ténues qu'elles soient (elles ont souvent moins de 0,001 millimètre), ne se rencontrent à l'intérieur des cellules épithéliales; partout elles en suivent très-exactement le contour festonné, tandis que partout la graisse du lait y a pénétré. Seulement en deux endroits où l'épithélium est tombé, ces molécules sont en contact avec le tissu même de la villosité. Je puis affirmer positivement que nulle part les choses ne se comportaient autrement, ayant fort longtemps cherché ces molécules dans l'intérieur des cellules.

Expérience II. — Je pratiquai au milieu de l'abdomen d'un lapin une incision longitudinale de 6 centimètres de longueur, par laquelle je retirai une anse d'iléon. J'appliquai une ligature sur l'un des bouts de cette anse, et par l'autre bout j'injectai dans sa cavité, de façon à la distendre fortement, un mélange d'eau, d'encre, de noir animal et de noir de fumée. Je liai alors cette portion de façon à y maintenir le liquide, et je la replaçai dans

l'abdomen que je fermai au moyen de quelques points de suture. Cette opération fut faite à 9 1/2 heures du matin. A 5 heures après midi ce lapin était encore en vie, mais languissait. Je le tuai et j'examinai de suite ses organes. Les ganglions lymphatiques répondant à la portion d'intestin soumise à l'expérience, renfermaient quelques granules semblables à ceux du noir de fumée; les ganglions répondant aux autres parties n'en contenaient pas. Il y avait aussi des granules semblables, mais en moindre quantité, dans le sang de la veine porte et du cœur, dans la rate et dans les poumons. Ceux-ci qui, au premier abord, n'en présentaient pas, m'en offrirent lorsque je les eus desséchés, comme le recommande M. Donders. Le foie et les reins ne contenaient aucun granule; le canal thoracique non plus. Les granules avaient 0,01 millimètre de diamètre, et résistaient parfaitement à l'action d'une solution concentrée de soude caustique.

Les villosités intestinales présentaient un état de contraction caractérisé par des plis et des renflements; toutefois cet état était moins bien prononcé que chez l'animal précédent et ne se montrait pas sur toutes les villosités. Les granules noirs se trouvaient en contact avec le bord externe épaissi de l'épithélium, sans nulle part se montrer à l'intérieur des cellules de celui-ci, quelque ténus qu'ils fussent. A une seule place ces granules atteignaient le tissu sous-épithélial : c'était sur le côté d'une villosité, en un point où l'épithélium manquait.

Expérience III. — Je pratiquai pendant huit jours à une grenouille des injections œsophagiennes d'eau fortement chargée d'amidon, deux fois par jour. L'ayant alors tuée, je trouvai des globules d'amidon épars dans le mésentère, le foie, les poumons et le sang du cœur. Ces globules étaient elliptiques, lisses et avaient jusqu'à 0,0245 millimètres de diamètre; ils se coloraient en bleu par l'addition de l'iode.

Le liquide que j'emploie pour essayer les liquides albumineux au point de vue de l'amidon, me paraît digne d'être recommandé. Je dissous un morceau d'iodure de potassium peu volumineux dans une solution saturée d'acide oxalique, puis j'ajoute de la teinture d'iode, jusqu'à ce que le liquide ait acquis une belle coloration brun-rougeâtre sans perdre sa transparence. Ce liquide a l'avan-

tage de rendre légèrement acide la matière d'essai et de faire éviter ainsi toute cause d'erreur.

Expérience IV. — Je pratiquai des injections de craie pulvérisée tous les jours pendant 15 jours à une grenouille qui fut alors sacrifiée. La craie pulvérisée se montre sous le microscope sous forme de petits amas de granules anguleux peu foncés, de 0,0035 à 0,006 millimètres. Je trouvai des granules semblables dans le mésentère et le foie, mais surtout dans le sang du cœur et dans les poumons, partout cependant en petite quantité. Dans le sang du cœur et dans les poumons, l'acide acétique faisait développer visiblement, près de ces petits amas, une bulle d'air qui grossissait progressivement. Il n'y a donc aucun doute possible sur leur nature.

Expérience V. — Une grenouille reçut pendant deux mois une injection par jour de craie pulvérisée délayée dans de l'eau. Je trouvai des granules de craie dans le sang du cœur et de la veine porte, dans les poumons et dans le foie. Ces granules manifestaient leur nature par l'effervescence que leur faisait subir l'acide acétique, là où ils étaient réunis en amas. Les plus volumineux de ceux-ci se trouvaient dans le foie; l'un d'eux avait 0,045 millim.

Le mésentère, les ovaires, les corps adipeux et les reins ne me présentèrent aucune trace de craie.

Expérience VI.—Une grenouille reçut pendant quinze jours, une fois par jour, une injection œsophagienne de vert de Schweinfurt (arsénite de cuivre). L'ayant tuée, je rencontrai quelques granules de cette substance dans le mésentère et dans le foie; dans l'ovaire il en y avait un groupe de 0,3 millimètres de diamètre, constitué par de nombreux granules. Ceux-ci sont arrondis, irréguliers; ils ont 0,0018 à 0,007 millimètres de diamètre; au microscope ils sont par réflexion d'un beau vert, et par réfraction d'un noir tirant sur le vert; ceux qui ont séjourné dans l'organisme ont acquis en partie une teinte d'un vert olivâtre qu'on reconnaît même déjà dans l'intestin. Ils ne présentent pas de réactions caractéristiques.

Cette grenouille, ainsi que quatre autres nourries de la même manière sans résultat, continua à se porter parfaitement bien; le vert de Schweinfurt semblait n'avoir sur elle aucune action. La matière colorante se trouvait dans la dernière partie de l'intestin

grêle et dans le gros intestin; elle y était accolée à la surface de l'épithélium qu'elle tapissait, mais nulle part elle n'existait à l'intérieur de ses cellules. L'épithélium était du reste parfaitement intact sur tous ses points.

Expérience VII. — Une grenouille reçut une et quelquefois deux fois par jour une injection œsophagienne d'eau mêlée avec de l'encre. Elle mourut au bout de sept jours; je l'examinai peu de temps après; le cœur battait encore. Je trouvai des granules d'encre de 0,0015 à 0,021 millimètres dans le sang du mésentère et du cœur et dans le foie; dans les poumons il y en avait aussi, mais en moindre quantité. Les granules d'encre se reconnaissent à leur couleur d'un noir parfait tirant un peu sur le bleu; leurs contours sont souvent anguleux; les alcalis caustiques ne les attaquent pas, mais l'acide acétique les fait pâlir, jaunir, puis disparaître tout à fait. Ces caractères les distinguent des éléments pigmentaires si abondants chez les grenouilles. Ceux-ci sont généralement contenus dans des cellules, rondes dans le foie, étoilées dans les autres organes. Les éléments sont d'un noir-brun; ils résistent à tous les acides végétaux et minéraux. La soude caustique ne les attaque pas non plus, mais au bout de douze heures, elle a dissous la paroi cellulaire et mis en liberté les granules, qui tous ont le même volume et qui, à des grossissements de 900 à 1000 diamètres, paraissent diaphanes en leur milieu. Ils mesurent 0,001 à 0,00125 millimètres.

L'intestin était intact; la muqueuse était revêtue de son épithélium; nulle part les molécules d'encre, quelle que fût leur ténuité, ne pénétraient dans l'intérieur de ses cellules; elles étaient arrêtées par la paroi interne épaissie, et ne parvenaient pas jusqu'au derme qui en était complétement privé.

Expérience VIII. — Je fis fondre une partie d'onguent mercuriel dans trois parties d'huile de colza, et j'obtins ainsi un liquide homogène grisâtre, renfermant en suspension les globules de mercure de l'onguent. Pendant trois jours, je fis à une grenouille trois injections œsophagiennes par jour au moyen de ce liquide. Je rencontrai des globules de mercure bien distincts dans le sang du cœur, dans les poumons et dans le foie; ils avaient

0,001 à 0,07 millimètres de diamètre. Ils se présentaient avec le plus d'abondance dans les poumons où l'on en apercevait parfois jusqu'à dix à la fois sur le porte objet du microscope. Dans le mésentère, je crus en voir deux ou trois, mais pas d'une manière assez distincte pour que je pusse y affirmer positivement leur existence. L'intestin était plein de liquide gras (la mort avait été provoquée deux heures après la dernière injection). L'épithélium était intact; les cellules renfermaient des gouttelettes de graisse d'une extrême petitesse, mais je n'y rencontrai aucun globule mercuriel.

Expérience IX. — Une femme âgée de 78 ans, atteinte de gangrène humide du membre inférieur, reçut une dose de 8 à 10 grammes de noir animal dans une potion de 100 grammes, à prendre par cuillerées d'heure en heure; elle mourut 18 heures après. L'autopsie fut faite 50 heures après la mort. Les liquides de l'estomac renfermaient du noir animal; le sang de la veine coronaire stomachique et celui des cavités droites du cœur contenait des granules noirs de 0,0025 à 0,0006 millimètres de diamètre; trois ganglions de la petite courbure de ce viscère offraient des granules identiques, qui résistaient aux acides végétaux et minéraux et aux alcalis. Les poumons étaient œdémateux, rouge-brun; leur surface présentait des marbrures noires, et leur parenchyme contenait des points et des stries de même nature. Cette apparence était constituée par la fausse mélanose. Les ganglions bronchiques étaient colorés en noir intense, et présentaient une matière identique avec celle des poumons. Cette matière était composée de granules offrant la même apparence, les mêmes dimensions et les mêmes réactions que le noir animal. Le noir dont je me suis servi dans toutes mes expériences se présentait sous le microscope en granules d'un noir parfait, arrondis, ovales ou anguleux, réunis souvent en masses irrégulières; les granules ont 0,0005 à 0,01, rarement jusqu'à 0,017 millimètres de largeur, étant inattaquables par tous les réactifs.

Expérience X. — La nommée Marie-Josèphe H.., âgée de 50 ans, avait commencé, il y a trois ans, à voir survenir une ulcération en avant de l'anus. Cette maladie, qui était un cancer, fit de continuels

progrès. Actuellement elle présentait une large ulcération qui avait envahi tout le périnée et détruit complétement la cloison recto-vaginale; elle était affaiblie et souffrait beaucoup. Je lui prescrivis une potion de 120 grammes avec 3 centigrammes d'acétate de morphine (elle en avait déjà pris précédemment) et 10 grammes de charbon végétal pulvérisé. Les doses furent successivement portées à 5 centigrammes d'acétate de morphine et 18 grammes de charbon végétal. Ces potions se prenaient en un jour, à la dose d'une cuillerée toutes les deux heures. Au bout de huit jours, cette femme mourut.

L'autopsie fut pratiquée au bout de 36 heures. Le sang des veines mésentériques, du cœur, de la veine cave, renfermait des molécules noires assez abondantes, offrant les formes caractéristiques, anguleuses, allongées, de la poudre de charbon végétal; elles avaient en général 0,0016 à 0,0075 millimètres de diamètre moyen; quelques-unes atteignaient 0,0175 millimètres. Dans les caillots du cœur, il y avait des amas formés de 10 à 20 semblables molécules; le foie et la rate renfermaient des amas pareils. Parmi les ganglions du mésentère, quelques-uns présentaient des points noirs visibles à l'œil nu, et constitués par des particules identiques, mais souvent plus volumineuses; les plus grosses avaient 0,0075 millimètres de largeur sur 0,025 de longueur. L'intestin grêle ne présentait rien de particulier; dans quelques villosités, on apercevait bien distinctement le canal lymphatique central; on pouvait le voir aboutir au réseau lymphatique de la muqueuse. — Les poumons offraient les marbrures noires que l'on trouve généralement à l'âge de cette femme; on voyait des molécules noires dans les parois des vésicules pulmonaires. La plèvre costale elle-même en était infiltrée dans les endroits où elle était rattachée à la plèvre pulmonaire par des adhérences, et celles-ci aussi étaient colorées en noir.

Expérience XI. — Un jeune lapin reçut pendant six jours des pommes de terre bouillies et écrasées mêlées de poudre d'amidon. Je voulus alors lui injecter dans le pharynx une solution de sulfate de magnésie chargée de poudre d'amidon et de vermillon; mais cette injection passa dans les bronches et l'animal mourut

immédiatement. L'abdomen étant ouvert, je trouvai les ganglions mésentériques d'un blanc rosé, contenant d'assez abondants globules d'amidon de 0,007 à 0,025 millim. de diamètre. Le mésentère, le foie, le sang de la veine porte et celui des cavités droites du cœur en contenaient également. Ces dernières en renfermaient surtout en assez grand nombre dans les caillots noirs qui les distendaient. Je trouvai aussi quelques-uns de ces globules dans la rate; les reins, la bile et l'urine n'en présentaient pas.

Expérience XII. — Un jeune moineau reçut pendant huit jours du noir animal et du bleu de Prusse mélangés à sa pâtée. A l'autopsie, je trouvai les molécules de ces substances bien distinctement dans le mésentère, le foie, le sang de la veine porte et le sang du cœur; mais les poumons surtout en contenaient beaucoup, trois fois autant que les autres organes.

Expérience XIII. — Je fis pendant cinq jours trois injections par jour de sang humain défibriné dans l'œsophage d'une grenouille.

Quarante heures après la dernière injection elle fut tuée et examinée. Il y avait des globules de sang humain dans les vaisseaux du mésentère et dans le foie; il n'y en avait pas dans le sang du cœur. Les autres organes ne furent pas examinés.

Expérience XIV. — Une grenouille reçut pendant cinq jours deux fois par jour des injections de sang humain défibriné dans l'œsophage. Elle fut tuée neuf heures après la dernière injection, et examinée de suite.

L'estomac contenait des globules de sang humain parfois un peu dilatés et déformés; l'intestin grêle ne renfermait plus qu'un liquide rougeâtre uniformément coloré, sans traces de globules. Les vaisseaux du mésentère présentaient quelques globules de sang humain; le foie en présentait aussi par places; le sang du cœur n'en contenait pas; dans les poumons ils étaient au contraire assez nombreux, de sorte que partout on en apercevait.

Expérience XV. — Une grenouille reçut pendant trois jours huit injections de sang humain défibriné dane l'œsophage. Elle fut tuée et examinée six heures après la dernière injection.

Il y avait des globules de sang humain dans l'estomac et la première moitié de l'intestin; j'en rencontrai quelques-uns dans le

mésentère, le foie, les poumons et le sang du cœur. Toutefois ils étaient très-clairsemés, et il fallait les chercher longtemps avant de les trouver. Leur forme et leurs dimensions étaient caractéristiques. Les cellules épithéliales de l'intestin n'en contenaient pas, pas plus que dans les deux cas précédents; elles semblaient servir de barrière contre leur invasion dans l'organisme de la grenouille. Par places cependant les cellules étaient colorées par la matière colorante du sang; mais on reconnaissait de suite que celle-ci était diffuse et non contenue dans des enveloppes, comme celle qui se trouvait dans la dernière portion de l'intestin. C'était donc la matière colorante, libre, dissoute, qui avait passé dans ces cellules et non les globules en nature comme MM. Marfels et Moleschott croient l'avoir observé.

La question du passage des globules sanguins de l'intestin dans le torrent circulatoire de la grenouille est une des plus importantes, mais aussi des plus difficiles à résoudre.

MM. Marfels et Moleschott la résolurent affirmativement, mais il manquait à leur affirmation des détails sans lesquels elle ne pouvait pas inspirer toute confiance. C'est ce qu'a prouvé M. Hollander, qui est arrivé à des conclusions diamétralement opposées (1).

Ce dernier auteur a fait ses expériences conjointement avec le professeur Bidder de Dorpat. Il a injecté dans l'œsophage du sang de mouton, de bœuf, et de veau; il commença par étudier l'action prolongée du sang de grenouille sur leurs globules et la trouva sensiblement nulle, même au bout de 48 heures. Il injecta ensuite du sang frais de mouton, de bœuf et de veau par une des racines de l'aorte dans le système circulatoire. Cinq heures après on rencontrait en très-grande abondance ces globules non modifiés, puis leur nombre diminuait progressivement, mais au bout de 24 heures on en retrouvait encore quelques-uns.

D'autre part, M. Hollander constata que 6 heures après avoir injecté le sang dans l'œsophage on retrouvait ses globules intacts dans l'estomac et dans l'intestin, et qu'au bout de 18 heures on ne les

(1) *Quaestiones de corpusculorum solidorum e tractu intestinali in vasa sanguifera transitu. Dissertatio inauguralis;* Dorpat, 1856.

retrouvait plus. Il en conclut que pendant ce temps l'absorption devait avoir lieu et que, par conséquent, 18 heures après que le sang avait été avalé on devait retrouver les globules étrangers dans le sang de la grenouille, supposé qu'ils eussent pu pénétrer dans le système vasculaire. M. Hollander examina aussi le sang des grenouilles et y trouva indépendamment des globules rouges et blancs ordinaires, d'autres corpuscules jaunâtres à contours foncés, sphériques, ayant le même diamètre que les globules du sang du bœuf et du veau, c'est-à-dire 0,0002 à 0,0003 pouces (0,0048 à 0,0072 de millim.). Il ne décide pas si ces corpuscules sont des noyaux de globules sanguins ou des globules lymphatiques atrophiés, mais au moins ce ne sont pas des globules du sang des mammifères.

C'est muni de ces donnés précises que M. Hollander institua ses expériences. Il injecta du sang de mouton, de bœuf et de veau pendant une période qui variait de 4 à 60 jours à un grand nombre de grenouilles, et jamais il ne retrouva les corpuscules du sang injecté dans le torrent circulatoire de ces animaux. Il croit en conséquence que MM. Marfels et Moleschott ont pris pour des globules de sang étranger les petits corpuscules précédemment indiqués comme se rencontrant a l'état normal dans le sang des grenouilles. J'ai dû soumettre à un contrôle sévère et répéter les observations et les expériences de M. Hollander, aussi bien que celles de MM. Marfels et de Moleschott. Voici à quel résultat cette vérification m'a conduit.

Les globules du sang de grenouille sont des ellipsoïdes aplatis dans le sens d'un de leurs diamètres transversaux; ils ont 0,0175 à 0,0245 millim. de longueur, 0,014 de largeur dans leur plus grand diamètre transversal, et 0,0035 à 0,005 dans le sens de l'aplatissement. Leurs noyaux ont 0,005 à 0,007; ils sont sphériques et présentent un aspect grenu. Les globules blancs sont sphériques, granuleux et ont 0,007 à 0,011 millim. Indépendamment de ces éléments qui sont les éléments typiques et constants, on rencontre parfois des noyaux libres qu'on reconnaît à leur aspect et à leurs dimensions, et des globules rouges sphériques, non granuleux, d'apparence homogène comme les globules du sang de l'homme, nullement aplatis. Parmi ces globules il y en a de grands qui ont 0,014

à 0,0175 millim. de diamètre, et de petits, plus nombreux, ayant 0,0085 à 0,01 millim. Ces derniers sont parfois très-abondants; ils se rencontrent en plus grande quantité dans les poumons et le foie que dans le cœur et paraissent avoir une tendance à s'accoler aux parois vasculaires. On pourrait facilement les confondre avec les globules du sang de l'homme qui ont 0,006 à 0,007 dans leur plus grand diamètre; mais on les distingue en les faisant mouvoir; on voit alors qu'ils sont sphériques et non aplatis comme les globules du sang de l'homme et des mammifères. Ils sont d'ailleurs bien distincts des noyaux. Il faut aussi ne pas perdre de vue que parfois les globules rouges ordinaires, en passant près d'un obstacle auquel ils restent accrochés, subissent une sorte d'étranglement et de torsion qui les divise en deux parties d'un égal volume, simulant deux globules distincts accolés, semblables chacun de son côté aux globules précédemment décrits. Enfin, pour ne rien omettre, j'ajouterai que le sang des grenouilles contient des granules moléculaires et parfois des globules de graisse que dans un cas j'ai trouvés très-abondants. Lorsque j'ai indiqué des globules de sang humain dans le sang des grenouilles, j'ai tenu compte de tous les éléments que je viens de décrire, et je me suis attaché à les en distinguer. On ne me reprochera donc pas, comme on l'a fait à MM. Marfels et Moleschott, de m'en être laissé imposer par des éléments normaux du sang que j'aurais confondus avec les éléments venus du dehors. On ne voit pas, d'ailleurs, pourquoi les globules du sang des mammifères ne passeraient pas de l'intestin dans le torrent circulatoire de la grenouille, alors que le passage a lieu pour les globules d'amidon qui sont plus volumineux, moins flexibles et moins élastiques. Ce passage n'a pas lieu fréquemment, et il faut recommencer souvent avant d'arriver une fois à l'observer; voilà sans doute pourquoi M. Hollander ne l'a jamais vu. MM. Marfels et Moleschott en ont pourtant, selon moi, exagéré considérablement la fréquence. Je ne sais si l'on peut, par exemple, rencontrer dans le sang d'une grenouille les globules du sang de mouton en nombre quintuple des globules normaux; comme ils disent l'avoir vu plusieurs fois. Il est probable que là ils auront confondu avec ces globules étrangers des noyaux et les petits glo-

bules sphériques décrits précédemment; j'ai, en effet, rencontré une fois ces éléments en nombre tel que par places ils dépassaient les globules ordinaires. Quant au cas où ils prétendent avoir rencontré jusqu'à trente globules de sang de mouton pour un globule de sang de grenouille, s'il a été réellement observé, il ne peut s'expliquer que par l'existence d'une déchirure qui aurait lancé à plein canal le sang étranger dans les vaisseaux de la grenouille.

Mes expériences, d'accord avec celles de MM. Oesterlen, Donders, Mensonides, etc., m'ont prouvé qu'en général les particules solides suffisamment ténues, introduites dans le tube digestif des mammifères et des oiseaux, passent dans le torrent circulatoire et peuvent être retrouvées dans leurs organes. Les expériences IX et X prouvent que l'homme se comporte ici exactement comme les autres mammifères. Cette conséquence ressortira encore mieux, s'il est possible, des expériences que je relaterai dans les sections suivantes. Ce passage constitue la règle, mais il n'est pas constant.

Voici quelques cas dans lesquels il n'a pas eu lieu.

Expérience XVI. — Un jeune lapin reçut pendant trois jours de la poudre d'amidon mêlée à des pommes de terre bouillies et écrasées, comme dans l'expérience X. Ni le mésentère, ni le foie, ni le sang du cœur et des veines, ni les poumons, ni la rate, ni les ganglions lymphatiques de ce lapin, ne présentèrent de globules d'amidon; pourtant son intestin en contenait, ce qui exclut la supposition qu'ils auraient pu être hâtivement transformés par les forces digestives.

Expérience XVII. — Un lapin gris reçut de la craie pulvérisée mêlée à des pommes de terre bouillies et écrasées; de plus je lui fis une fois par jour une injection de craie délayée dans de l'eau.

Ce régime fut continué pendant 6 jours, au bout desquels le lapin mourut. Il me fut impossible de démontrer la présence de la craie ni dans le sang, ni dans les ganglions lymphatiques, ni dans les organes.

Expérience XVIII. — Un lapin blanc reçut pendant 4 jours du chromate de plomb mêlé à des pommes de terre bouillies et écrasées. Après ce laps de temps, il n'en voulut plus et, pour y suppléer, je lui pratiquai à peu près tous les jours pendant 15

jours une injection de poudre de chromate de plomb délayée dans de l'eau. Il succomba à la suite d'une de ces injections et fut examiné 12 heures après la mort. Le mésentère n'offrait rien de particulier. Les veines de l'estomac renfermaient des globules de sang et de lymphe, plus un grand nombre de granules de 0,001 à 0,003 millimètres de diamètre qui, à première vue, auraient pu être pris pour du chromate de plomb. Mais ces granules se dissolvaient en partie dans l'acide acétique et en totalité dans la soude caustique; ils n'étaient donc pas constitués par du chromate de plomb, mais par des substances organiques albumineuses et graisseuses.

Les ganglions mésentériques présentaient une teinte brunâtre et offraient un grand nombre de granules semblables aux précédents par leur aspect et leurs réactions. Le sang et les organes ne contenaient rien qui pût être considéré comme du chromate de plomb. Les vésicules pulmonaires, les bronches et la trachée-artère étaient remplies de ce sel; la dernière injection avait pénétré dans les voies aériennes au lieu de passer dans l'œsophage, et avait déterminé l'asphyxie et la mort.

L'intestin grêle contenait un peu de chromate de plomb; l'estomac était distendu par des matières alimentaires renfermant du chromate, surtout vers les points qui touchaient les parois du viscère.

Ici viennent se placer quelques remarques sur la manière d'injecter les matières liquides dans l'estomac des lapins. Le cathétérisme de l'œsophage est difficile et amène facilement la déchirure de ce conduit. Si l'on emploie, comme on l'a conseillé, une sonde élastique, l'animal la saisit entre ses dents, et en quelques instants, il l'a mise hors de service. Les injections nasales (injections poussées par les narines dans le but de provoquer la déglutition), font passer le liquide aussi souvent dans la trachée-artère que dans l'œsophage. Le procédé le plus sûr et le plus expéditif consiste à introduire le bout d'une sonde en argent jusque dans le pharynx, et à y injecter doucement, progressivement, le liquide que l'on veut faire parvenir dans l'estomac. On voit la déglutition s'opérer, et l'on ne pousse une nouvelle injection de liquide que lorsque l'ancienne a été avalée. Si on la poussait trop

vite, on risquerait de la faire passer dans la trachée-artère, accident qui arrive très-facilement chez le lapin. Pour ce qui concerne la grenouille, je me sers d'une petite seringue en étain terminée par un bout assez pointu et assez long soit en étain, soit en gomme élastique. Ce bout est introduit assez facilement jusque dans l'estomac; cela fait, on y chasse le liquide dont on a préalablement chargé la seringue.

Le procédé généralement suivi consiste à introduire d'abord une sonde dans l'œsophage; M. Hollander fait parvenir le sang dans cette sonde au moyen d'un siphon. Celui que je viens de décrire me semble préférable par sa sûreté, sa rapidité et sa simplicité. — Il faut avoir soin de choisir des grenouilles qui ont été privées d'aliments pendant quelques jours, et dont par conséquent le tube digestif est vide.

Ces remarques opératoires étant bien notées, j'en reviens à mes observations.

Expérience XIX. — Un lapin reçut pendant quarante-cinq jours du noir animal mélangé en abondance dans des pommes de terre bouillies et écrasées.

Aucun organe, ni le foie, ni les poumons, ni les ganglions mésentériques, ni le mésentère, ni la rate, ne contenait des molécules charbonneuses. Le sang n'en présentait pas non plus.

Expérience XX. — Il en fut de même chez un jeune moineau nourri pendant dix jours avec du noir animal et du bleu de Prusse mêlés à sa pâtée.

Ces expériences prouvent que, si le passage dans le torrent de la circulation des substances introduites dans l'intestin peut avoir lieu, si même il constitue la règle, il peut cependant ne pas avoir lieu. Ce fait, bien constaté par les expériences précédentes, explique comment certains expérimentateurs ont pu ne pas réussir. Cela s'explique d'autant mieux qu'entre les faits où la pénétration a lieu d'une manière rapide et manifeste, et ceux où elle n'a pas lieu du tout, il y en a où elle a lieu d'une manière peu prononcée, dans lesquels il faut chercher les molécules solides dans l'organisme. On comprend que dans ces cas, les résultats varieront selon le soin et le temps que l'expérimentateur consacrera à l'examen des organes.

S'il se borne à examiner d'une manière superficielle les sujets soumis aux expériences, comme l'ont fait MM. Mialhe et Soubeiran, s'il explore seulement quelques gouttes de leur sang, et rien d'autre, il devra nécessairement arriver à des conclusions négatives. De cette manière, l'expérimentation pratiquée avec soin et attention éclaire l'histoire, qui à son tour provoque, appelle et motive l'expérimentation. Ainsi tombent les contradictions qui, au premier abord, semblaient obscurcir la question, et en reculer indéfiniment la solution. Pourquoi dans certains cas en est-il ainsi, et dans d'autres autrement? pourquoi y a-t-il, dans certains cas, passage évident des particules solides dans le torrent de la circulation, tandis que dans d'autres cas on ne parvient pas à le constater, alors même que ces particules ont été pendant fort longtemps mélangées aux matières alimentaires? Ce n'est pas ici le lieu de résoudre ces questions; j'espère y parvenir d'une manière satisfaisante dans la section suivante. Dans celle-ci justement, nous aurons à étudier le mécanisme selon lequel ce passage a lieu, et l'explication de toutes les apparentes anomalies qu'il présente ressortira clairement de ce mécanisme. Si des mammifères et des oiseaux, nous passons aux reptiles, nous trouvons que chez eux les choses se comportent un peu différemment. Là aussi, les molécules solides pénètrent dans le torrent de la circulation; les expériences que j'ai rapportées le démontrent; mais elles ne s'y rencontrent jamais qu'en fort petit nombre, tandis que chez les animaux supérieurs, comme on le verra surtout dans les expériences que je rapporterai plus loin, elles y pénètrent parfois en grande quantité.

Ensuite, tandis que chez ceux-ci ce passage constitue, comme je l'ai dit, la règle, chez les grenouilles il constitue plutôt l'exception; car, d'après mes expériences, sur huit ou dix de ces animaux, il a lieu une, tout au plus deux fois. Il est inutile et il serait fastidieux de rapporter ici en détail les expériences qui établissent ce fait; je dirai seulement que j'ai nourri des grenouilles avec du noir animal, de l'encre, du vermillon, du bleu de Prusse, de la craie pulvérisée, du chromate de plomb, du vert de Schweinfurt, de l'amidon, du sang défibriné, de l'onguent

mercuriel, et que toutes ces expériences ont fourni les mêmes résultats. J'en conclus que le passage des molécules solides dans le torrent de la circulation a lieu beaucoup moins facilement et beaucoup moins souvent dans le tube digestif des reptiles que dans celui des mammifères et des oiseaux. Encore une fois, l'explication de ce phénomène sera donnée, d'une manière que je crois satisfaisante, dans la troisième partie de mon travail.

Les deux chapitres précédents se résument dans les conclusions suivantes :

1° Chez les mammifères et les oiseaux, les molécules solides introduites dans le tube digestif passent fréquemment et facilement dans le torrent de la circulation;

2° L'homme se comporte à cet égard comme les autres mammifères;

3° Ce passage peut cependant ne pas avoir lieu, au moins d'une manière sensible;

4° Chez les reptiles, les molécules solides introduites dans le tube digestif passent beaucoup moins souvent et moins abondamment dans le torrent de la circulation.

CHAPITRE III.

PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES INTRODUITES PAR LA PEAU ET LE TISSU CELLULAIRE.

C'est aujourd'hui un fait bien établi que la peau, intacte et revêtue de son épiderme, n'absorbe pas.

De nombreuses expériences ont eu lieu sans amener aucun résultat; jamais on n'a démontré, dans les circonstances générales, habituelles, le passage des liquides appliqués sur la peau dans le torrent de la circulation. Je n'ai jamais retrouvé l'iodure ni le ferrocyanure de potassium dans les urines ni dans la salive des personnes auxquelles je les avais fait appliquer en solution ou sous

forme d'onguent. J'ai moi-même tenu en contact pendant vingt-quatre heures, avec la peau de mon bras, des pommades fortement chargées de ces substances, sans en retrouver de traces dans mes urines ni dans ma salive, tandis qu'à la suite de leur usage interne, elles s'y montrent très-rapidement.

Tous les médecins savent, du reste, que jamais la pommade d'Autenrieth n'a déterminé, même après une application souvent répétée, les accidents que produit l'introduction de l'émétique dans le sang. On comprend que les molécules solides appliquées de la même façon ne passeront pas plus que le reste.

Cependant, pour ne rien omettre sur cette question, disons bien vite qu'il est deux circonstances dans lesquelles les substances liquides ou dissoutes appliquées sur le derme intact peuvent être absorbées.

La première de ces circonstances, c'est lorsque la substance appliquée exerce sur l'épiderme une action chimique par laquelle elle s'y unit et le pénètre; c'est ce que font l'ammoniaque, la potasse, le nitrate d'argent, la teinture d'iode, la cantharidine.

Voilà pourquoi celle-ci, à la suite de l'application d'un vésicatoire, manifeste son action sur les vaisseaux du derme et parfois même sur les organes urinaires, dont l'état morbide décèle incontestablement l'absorption du principe actif et son passage dans le torrent de la circulation.

La deuxième circonstance, qui permet l'absorption malgré la présence de l'épiderme, est la macération. On appelle ainsi ce ramollissement spécial de l'épiderme accompagné d'épaississement, qu'on obtient en faisant longtemps séjourner dans de l'eau chaude une partie quelconque de la peau. On observe ce phénomène chez les lavandières dont les mains sont constamment plongées dans une eau chaude et en même temps alcaline, ce qui ne peut que favoriser sa production. On l'observe aussi à la suite de l'application des cataplasmes émollients. La macération rend l'absorption possible, et l'examen attentif des choses démontre qu'il doit en être ainsi. En effet, pourquoi les muqueuses absorbent-elles, tandis que la peau n'absorbe pas? C'est que les cellules épithéliales des muqueuses renferment un liquide consistant, dense, visqueux, dont

la présence facilite, favorise l'imbibition et l'endosmose. La couche superficielle de l'épiderme, au contraire, est une couche sèche, cornée, composée de feuillets aplatis, solides, ne contenant rien qui se prête à l'endosmose; elle doit donc s'opposer à l'absorption.

Enlevez-la de façon à ne laisser que les cellules de la couche de Malpighi, et l'absorption aura lieu. Une simple écorchure, qui met celle-ci à nu, expose l'organisme à l'action des virus, de l'acide cyanhydrique, et révèle de suite sa présence par la douleur dont elle est le siége lorsqu'on verse sur la peau un acide concentré; la couche superficielle met obstacle à toutes ces actions.

Les liquides chauds pénètrent petit à petit cette couche, comme ils pénètrent la corne ou la gélatine sèche; ils l'imbibent, ils y reforment des espaces remplis de liquides, et rendent de cette façon possible, d'une manière régulière pour les liquides venant du dehors, l'imbibition, l'endosmose et l'absorption. Voilà pourquoi le laudanum ou la belladonne, appliqués sur la peau macérée par les cataplasmes émollients, ont pu parfois déterminer des effets thérapeutiques et même toxiques, bien que ces mêmes agents, appliqués en toute autre circonstance, n'ont absolument aucune action.

Ces conditions de l'absorption à travers l'épiderme étant posées, permettent-elles le passage des molécules solides? Mes expériences m'autorisent à répondre négativement. J'ai saupoudré des vésicatoires avec du noir de fumée, sans voir celui-ci dépasser la surface de l'épiderme soulevé. J'ai appliqué chez des lapins du noir animal et du vermillon sur la peau macérée par des cataplasmes sans jamais voir ces substances pénétrer l'épiderme. Je crois donc pouvoir affirmer que l'épiderme étant intact, jamais des molécules solides appliquées sur la peau ne pénètrent dans le torrent de la circulation.

Je n'ai parlé jusqu'ici que de l'application pure et simple des substances à la surface du derme; mais il est un autre procédé qui fournit des résultats différents : je veux parler de la friction longtemps prolongée. Celle-ci détermine bien évidemment l'absorption. Une douleur vive cède à une friction longtemps continuée d'une pommade au chloroforme, au sulfate de morphine, à l'atropine.

Les frictions mercurielles ont surtout une action bien évidente, non pas seulement une action thérapeutique plus ou moins sujette à caution, mais une action physiologique incontestable. Elles déterminent, sans l'emploi d'aucun autre mode d'administration, la salivation; et parfois une ou deux frictions suffisent pour atteindre ce résultat; en même temps on retrouve le mercure dans la salive et dans le sang. Cette action des frictions peut s'expliquer de plusieurs manières; elles peuvent enlever par places la couche superficielle de l'épiderme, qui constitue l'obstacle à l'absorption; elles peuvent séparer cette couche en lamelles, entre lesquelles la substance absorbable s'insinue sous l'influence de la pression; enfin elles peuvent introduire cette substance dans les conduits sudorifères, les glandules sébacées, les follicules pileux, où elles n'ont plus à traverser qu'un épithélium semblable à celui des muqueuses, dépourvu de la couche sèche et cornée. Il est probable que l'absorption est à la fois le résultat de ces trois causes.

L'introduction de la substance dans les follicules et les glandules ne doit pas être la règle, ces organes étant constamment remplis par leurs produits et tendant constamment à déverser au dehors un contenu qui déborde. L'absorption se fait d'autant mieux que la friction a lieu à une place où l'épiderme est plus mince et plus facile à enlever, à écailler; ainsi, la face interne des cuisses et des bras, le creux de l'aisselle, constituent les lieux d'élection. L'absorption est là bien autrement active qu'au visage, au cuir chevelu, au menton chez l'homme, où pourtant les glandes et follicules sont bien plus abondants qu'aux bras et aux cuisses.

Ceci posé relativement à l'absorption déterminée par les frictions, se dresse devant nous la question suivante : les substances insolubles peuvent-elles aussi pénétrer par cette voie? J'ai fait des frictions avec des pommades chargées de noir animal, de noir de fumée, de vermillon, sans jamais parvenir à observer le passage de ces substances dans le torrent de la circulation. Cependant il n'en est pas de même relativement aux globules de mercure, de l'onguent mercuriel qui, comme on va le voir, ont été assez souvent retrouvés dans le sang et les tissus.

L'onguent mercuriel ne contient pas uniquement des globules

de mercure; une partie du métal s'est oxydée par la trituration, et s'est transformée en protoxyde, qui s'unit aux acides margarique et élaïque de l'axonge, et qui est soluble dans les liquides de l'organisme. La présence du mercure dans le sang, démontrable par les réactifs, n'implique donc nullement son passage à travers la peau à l'état de globules métalliques. Il faut quelque chose de plus, il faut retrouver ceux-ci en nature dans le sang et dans les organes. On les distingue du reste très-bien de toutes autres substances avec lesquelles on pourrait les confondre; ils sont sphériques, pleins, d'un noir tirant sur le gris à la lumière transmise, et non d'un noir parfait comme le charbon, le noir de fumée et le pigment. Ils résistent à la soude, à la potasse, aux acides acétique et sulfurique et à l'éther. A la lumière réfléchie, ils présentent un éclat métallique. Ils ont des dimensions variables selon la perfection de la préparation; les plus petits échappent à la mensuration; les plus gros ont jusqu'à 0,03 millimètres. Par leur forme, ils ressemblent surtout aux bulles d'air; mais leurs contours sont moins foncés, et à quelque distance qu'on les place de l'objectif du microscope, jamais ils ne présentent comme elles ni centre clair, ni couches concentriques. Avec ces caractères, on ne saurait confondre avec rien d'autre les globules de mercure.

M. Rudolf Wagner le premier indiqua leur présence dans le sang à la suite des frictions mercurielles. En 1843, M. Oesterlen (1) annonça qu'ayant rasé la peau de jeunes chats, et leur ayant pratiqué pendant plusieurs jours des frictions mercurielles, il avait trouvé dans leur sang et dans leurs organes des globules de mercure de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{1000}$ de ligne (0,0285 à 0,002 millimètres) de diamètre.

M. Eberhard confirma ces recherches et trouva déjà les globules de mercure dans le sang six heures après la friction.

M. Mensonides fit pendant trois jours deux frictions sur l'abdomen rasé d'un lapin; il ne rencontra pas de globules mercuriels dans le sang, ni dans l'urine, ni dans la bile, mais il en trouva quelques-uns dans le foie et dans le poumon (2). La partie de la peau sur

(1) Roser und Wunderlich, *Archiv für Physiolog. Heilkunde*, t. II, p. 587.
(2) *Opere citato*, p. 17.

laquelle la friction avait eu lieu fut desséchée et il en détacha de très-minces lamelles transversales, dans lesquelles il trouva des globules semblables. Les plus volumineux avaient $\frac{1}{250}$ (0,004) de millimètre.

Voici une observation dans laquelle j'ai vu d'une manière incontestable de semblables globules dans le torrent de la circulation à la suite de frictions mercurielles.

Expérience XXI. — Je rasai le côté droit de l'abdomen d'un lapin gris et lui fis, pendant huit jours, tous les jours une friction mercurielle d'un quart d'heure. Je trouvai des globules mercuriels bien caractérisés, épars dans le sang du cœur et de la veine porte, dans le foie, la rate et les poumons; ils avaient 0,0016 à 0,007, rarement 0,01 millimètre de diamètre. Je disséquai la peau en allant du côté gauche, où il n'y avait pas eu d'onguent appliqué, vers le côté droit. Le tissu cellulaire de celui-ci, vis-à-vis de l'endroit de la friction, présentait des globules de mercure en assez grand nombre pour qu'à un grossissement de 300 diamètres, on pût en voir jusqu'à 4 ou 5 à la fois sur le porte-objet du microscope. Dans le derme ils étaient encore plus abondants; ils étaient là épars entre les faisceaux de fibres du tissu dermatique, non contenus dans des vaisseaux.

Ayant procédé, comme je l'ai dit, de dedans en dehors, on ne peut admettre que ces globules aient été introduits là pendant la dissection. Je ne pus, quelques soins que j'y misse, constater la manière dont avait pu s'effectuer le passage de ces globules à travers la couche épidermique.

Expérience XXII. — Je fis, pendant six jours, chaque jour une friction mercurielle de 10 minutes à la face interne de la cuisse d'un chien. Je trouvai des globules de mercure épars dans le sang, le foie, la rate, les poumons, exactement comme dans le cas précédent. Il y en avait aussi dans le tissu cellulaire sous-cutané de la région où les frictions avaient eu lieu, dans le derme, et dans les ganglions inguinaux correspondants. La peau fut disséquée comme dans le cas précédent, en partant de la région externe de la cuisse, et les mêmes précautions furent prises pour préserver la préparation contre l'invasion de globules venus du dehors.

Cette expérience toutefois ne réussit pas constamment. Comme on l'a déjà vu dans la section précédente, M. Hoffmann a fait à six lapins des frictions mercurielles sans rencontrer de globules dans le sang, ni dans les poumons, ni dans les urines, ni dans les veines, ni dans les lymphatiques de la région abdominale, sur laquelle les frictions avaient été pratiquées.

Il n'en a pas rencontré davantage chez un homme auquel on avait pratiqué des frictions mercurielles plusieurs jours avant la mort. Je n'ai pas eu occasion de vérifier ce qui se passe chez l'homme, mais plusieurs fois j'ai fait de ces frictions chez des animaux sans réussir à rencontrer des globules en aucun point de l'organisme (1). La même chose est arrivée à M. Mensonides.

Ce qui précède prouve qu'à la suite des frictions mercurielles on rencontre parfois dans l'organisme des globules de mercure. Peut-on en conclure qu'ils y ont directement été transportés du dehors?

MM. Donders et Mensonides objectent à cette conclusion, que peut-être les sels mercuriels introduits ont pu être réduits par l'action désoxydante de certains composés organiques, Orfila a émis cette opinion, en s'appuyant, d'une part, sur ses expériences, d'autre part, sur des cas où le mercure aurait été retrouvé à l'état métallique dans des cadavres (2). En admettant ce dernier fait, qui ne me semble pas suffisamment démontré, on peut se demander si les individus qui le présentaient n'avaient pas fait usage de mercure métallique sous forme d'onguent. Quant aux expériences, comment Orfila a-t-il manifesté la présence du mercure? C'est par des épreuves chimiques sous l'influence desquelles la réduction a pu tout aussi bien s'opérer que sous celle des réactions vitales. Orfila ne dit d'ailleurs pas plus que M. Donders quel serait le composé qui posséderait cette action réductive, ni par quel mécanisme elle pourrait avoir lieu. Ce ne serait à coup sûr ni l'albumine, ni la fibrine, ni la graisse qui pourrait jouer ce rôle envers les sels de mercure; que serait-ce donc?

(1) Depuis que ces lignes ont été écrites, j'ai disséqué une femme morte de métro-péritonite puerpérale et traitée par les frictions mercurielles largement pratiquées. Ni le derme, ni le sang, ni les organes ne m'offrirent de globules de mercure.

(2) *Traité de toxicologie.*

Si cette action existait, on devrait rencontrer les globules mercuriels chez tous ceux, hommes ou animaux, qui font usage de préparations mercurielles quelconques. Les expériences de MM. Donders et Mensonides, et les miennes aussi, prouvent qu'on ne les trouve pas même constamment après l'application, fût-elle prolongée, de l'onguent mercuriel; cela est confirmé par celles de M. Hoffmann, qui ne les a jamais vus, et qui conclut hardiment à leur non-existence. S'ils provenaient d'une action réductive, comment expliquer le fait de l'expérience XXI, où ils étaient surtout abondants dans le derme et le tissu cellulaire de la région où les frictions avaient été pratiquées? Si cela était, ils auraient tous le même volume et non des dimensions variables, identiques à celles des globules de l'onguent employé.

Toutes ces raisons rendent, sinon certain, du moins infiniment probable que les gouttelettes mercurielles trouvées dans l'organisme y ont été directement transportées du dehors.

On a dit que ces gouttelettes ne se trouvent pas tout à fait dans les mêmes conditions que les molécules solides proprement dites, étant liquides et divisibles à l'infini en gouttelettes plus petites. Ceci n'est pas. Le mercure est liquide; mais il jouit cependant d'une force de cohésion assez considérable. Cette force, peu sensible lorsqu'il est en masse, se manifeste en raison directe de sa division, de sorte que celle-ci devient d'autant plus difficile qu'elle a déjà été poussée plus loin.

De là résultent les difficultés qu'on éprouve dans la préparation de l'onguent mercuriel, pour bien *éteindre* le mercure dans l'axonge, c'est-à-dire pour le diviser suffisamment. D'autre part, ces gouttelettes, suspendues dans un véhicule gras, albumineux ou mucilagineux, n'offrent pas beaucoup plus de tendance à se réunir qu'à se diviser davantage. Vis-à-vis de ces faits, on ne voit pas comment les globules de mercure appliqués sur la peau ou ingérés dans l'intestin, se diviseraient pour ainsi dire à l'infini pour traverser la couche épidermique et se réuniraient de nouveau aussitôt qu'ils l'auraient dépassée. On ne voit pas non plus pourquoi ils se réuniraient en globules tout aussi inégaux et de mêmes dimensions que ceux de l'onguent mercuriel.

De ces considérations, je conclus que, si l'on trouve dans l'organisme des globules de mercure identiques avec ceux de l'onguent employé pour les frictions, ils doivent avoir passé directement sous cette forme dans nos tissus. Ils peuvent et doivent, sous ce rapport, être assimilés aux molécules solides, et c'est pourquoi j'ai cru devoir comprendre et discuter ici les faits qui s'y rapportent.

Si la peau revêtue de son épiderme n'absorbe pas, sinon dans les circonstances spéciales énumérées précédemment, il n'en est pas de même lorsqu'elle en est dépouillée, lorsque le derme est mis à nu.

Tous les médecins connaissent l'action énergique et rapide des médicaments employés par la méthode endermique; tous les physiologistes savent combien est prompt l'empoisonnement lorsque l'on dépose le poison sur la plaie dénudée d'un vésicatoire. Comment se comporte donc le derme à l'égard des molécules solides très-ténues? Voici un fait qui le démontre.

Expérience XXIII. — Je rasai la partie latérale du cou d'un chien, et j'y appliquai un vésicatoire. Le derme ayant été mis à nu, je pansai la plaie tous les jours avec une pommade composée de parties égales d'onguent perpétuel et d'onguent fuligineux, composé d'axonge et de noir de fumée. Au bout de 8 jours, je le tuai par strangulation.

Je trouvai des granules de noir de fumée dans le sang du cœur et des grosses veines, dans les poumons, le foie, la rate et les ganglions cervicaux; ils étaient arrondis, granuleux et présentaient 0,081 à 0,01 de diamètre; les plus gros paraissaient évidemment composés par l'agrégation d'autres plus petits : ils étaient inattaquables par les acides et les alcalis. Ces granules ressemblaient en tout à ceux que contenait l'onguent.

Les surfaces ulcérées et érodées, dont le pouvoir absorbant est aussi bien constaté que celui des surfaces des vésicatoires, donnent de la même manière passage aux particules solides qui y sont appliquées. Voici un cas où ce passage a été observé dans un ulcère cancéreux.

Expérience XXIV. — La nommée Marie-Catherine V, âgée de 42 ans, a vu, il y a 4 ans, une petite tumeur indolente et mobile se former dans son sein droit. Il y a un an seulement, des douleurs

lancinantes s'y déclarèrent, l'accroissement, jusqu'alors lent, se fit avec rapidité et la tumeur s'ulcéra. L'ulcération s'étendait depuis le mamelon jusqu'au creux axillaire. Les six derniers jours de la vie de cette femme, elle fut pansée avec du noir animal. En même temps, elle reçut une potion contenant de l'acétate de morphine et du noir animal; elle prit de ce dernier 15 grammes par jour.

Le sein, le tissu cellulaire, les muscles de la poitrine et de l'épaule étaient infiltrés de matière encéphaloïde.

Les ganglions lymphatiques en contenaient également. Plusieurs de ces ganglions présentaient des taches et des lignes noires, résultant de la présence de molécules charbonneuses; les plus éloignées de l'ulcération s'en trouvaient à trois centimètres. Deux traînées noires allaient de celle-ci aux ganglions, constituées sans doute par des vaisseaux lymphatiques contenant du charbon. Il n'y avait de molécules noires, ni dans le sang, ni dans le foie, ni dans le mésentère, ni dans les ganglions mésentériques.

Dans ce cas, les particules solides avaient passé dans les ganglions lymphatiques placés tout près du lieu d'application, et pas plus loin; la circulation générale n'en contenait pas. Quant à celles introduites dans l'intestin, elles n'avaient pas quitté sa cavité.

Dans la section suivante, on rencontrera une observation d'ulcère simple du membre inférieur, par lequel des molécules de noir animal avaient passé dans l'organisme. J'ai maintes fois eu l'occasion de constater que le noir, le bleu de Prusse et le vermillon introduits par la pratique du tatouage dans les couches superficielles du derme du membre supérieur ou de la poitrine, se retrouvent en petits amas parfaitement visibles à l'œil nu dans les ganglions lymphatiques correspondants de la région axillaire.

Le tissu cellulaire sous-cutané jouit de propriétés absorbantes assez énergiques. L'expérience suivante démontrera comment il se comporte à l'égard des molécules solides qu'on y introduit.

Expérience XXV. — Le 22 avril, je pratiquai une incision à la face interne de la cuisse d'un lapin blanc, je décollai la peau, et j'y introduisis un mélange de noir animal et de chromate de plomb en poudre. Le 23 et le 25, je renouvelai cette introduction, en ayant soin d'humecter le mélange pulvérulent de façon à en

faire une espèce de pâte molle. Le 25, je terminai par une suture à surjet qui fermait hermétiquement la plaie; celle-ci guérit en quelques jours par première intention, et la masse pulvérulente resta dans le tissu cellulaire. Le 25 mai, je pratiquai à la cuisse gauche une large incision, je décollai la peau jusqu'au pli de l'aine, et j'y introduisis une masse composée de noir animal et de chromate de plomb, humectée de façon à constituer une pâte molle; je fermai ensuite par la suture à surjet. Mais ici il n'y eut pas réunion immédiate; il se forma une ulcération entourée d'une induration lardacée qui aurait pu faire croire à une dégénérescence cancéreuse. Cependant le dégorgement s'opéra, et la cicatrisation se fit complétement; il resta seulement une fausse ankylose de l'articulation fémoro-tibiale, maintenue en demi-flexion permanente par un tissu innodulaire étendu. Ce lapin fut tué le 13 juin. Le sang du cœur et des grosses veines, celui des veines caves et iliaques, le foie, les poumons, présentaient des molécules évidentes de noir animal; la rate, les reins, le pancréas, l'intestin n'en offraient pas. Les ganglions inguinaux en présentaient des taches visibles à l'œil nu, surtout du côté droit. On y rencontrait aussi des molécules irrégulières, anguleuses, claires, ayant 0,001 à 0,01 millim. de diamètre, semblables à celles que présente le chromate de plomb. Du côté droit, où l'opération avait été pratiquée à la partie inférieure de la cuisse, son siége était réuni à la région inguinale par une traînée noire longeant la veine saphène et constituée peut-être par un vaisseau lymphatique.

A gauche, la masse pulvérulente était éparse dans le tissu innodulaire; des deux côtés il y avait de petites traînées qui s'étendaient entre les muscles.

Cette observation montre clairement que les molécules solides mises en contact avec le tissu cellulaire sous-cutané, peuvent être transportées dans le torrent de la circulation.

Il résulte des faits que je viens d'exposer que ce transport a lieu lorsque des molécules solides sont mises en contact avec le derme dénudé, avec des surfaces ulcérées et avec le tissu cellulaire sous-cutané.

Le chapitre précédent se résume par les propositions suivantes :

1° Les molécules solides et les globules de mercure déposés à la surface de l'épiderme ne passent pas dans le torrent de la circulation;

2° Les globules de mercure peuvent y passer, lorsqu'ils font partie d'un corps qui est appliqué par le procédé des frictions;

3° Le passage des molécules solides ne paraît pas avoir lieu dans les mêmes conditions;

4° Ce passage a lieu lorsqu'on les dépose à la surface du derme dénudé ou ulcéré, ou dans ses aréoles;

5° Il a encore lieu lorsqu'on les dépose dans le tissu cellulaire sous-cutané.

CHAPITRE IV.

PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES INTRODUITES DANS LES CAVITÉS SÉREUSES.

Les membranes séreuses absorbent avec une grande activité les liquides déposés à leur intérieur. Tous les physiologistes savent avec quelle rapidité disparaissent l'eau et le lait injectés dans la cavité péritonéale d'un chien ou d'un cheval. Tous les médecins ont pu observer la disparition, parfois très-rapide, d'épanchements séreux dans les plèvres, dans le péritoine, dans les synoviales articulaires. Il est donc intéressant de voir comment ces membranes se comportent à l'égard des particules solides introduites dans leurs cavités, et je suis surpris qu'aucun observateur n'en ait encore fait le sujet de ses recherches.

Les miennes ont été faites sur le péritoine et la plèvre; les deux observations suivantes en feront apprécier les résultats.

Expérience XXVI. — Je fis aux parois abdominales d'un lapin une incision d'environ deux centimètres de longueur, pénétrant dans le péritoine. Par cette incision, j'introduisis dans la cavité péritonéale un bout de sonde en gomme élastique, et par cette sonde je pratiquai une injection d'un liquide composé de noir

animal et de noir de fumée délayés dans de l'eau et de l'encre. Cela fait, je retirai la sonde et je fermai l'incision par quelques points de suture ; quatre jours après l'opération, le lapin mourut. Les tissus environnant l'incision étaient durs, de consistance lardacée, infiltrés de lymphe plastique, renfermant des globules inflammatoires muriformes et des globules pyoïdes (cytoïdes de Henle). Il y avait une péritonite bien caractérisée; des fausses membranes tapissaient les parois abdominales, le diaphragme, le cœur, l'intestin grêle et la face convexe du foie ; les circonvolutions intestinales étaient collées ensemble par des produits d'exsudation.

A la surface des divers organes se trouvaient éparses des taches noires qui y paraissaient incrustées. En enlevant la tache pseudo-membraneuse, on s'apercevait que les molécules qui formaient ces taches étaient placées entre cette couche et la surface de la membrane séreuse, qui était dépourvue de son épithélium. Le grattage les enlevait pour la plupart; cependant quelques points noirs y résistaient, et par le microscope, je constatai qu'ils étaient formés par des molécules noires infiltrées entre les faisceaux de tissu cellulaire qui constituent le derme de la séreuse. Les ganglions mésentériques ayant été bien lavés et isolés de la séreuse qui les recouvre, je reconnus qu'ils renfermaient dans leur intérieur des molécules noires arrondies semblables à celles du noir animal et du noir de fumée, comme elles inattaquables par les réactifs et mesurant 0,002 à 0,007 millimètres de diamètre. Les ganglions inguinaux renfermaient les mêmes granules. Le sang du cœur renfermait des granules assez nombreux de 0,0035 millimètres et au-dessous : ils étaient tellement nombreux que, par places, ils formaient de petits amas de 8 à 10 granules. Les poumons en contenaient aussi qui devinrent plus évidents par la dessiccation. Le foie, la rate, les reins, les ganglions bronchiques et axillaires n'en présentaient pas de traces appréciables.

Cette expérience met hors de tout doute le passage dans le système vasculaire des substances pulvérulentes introduites dans la cavité péritonéale, puisque leurs molécules ont été retrouvées dans le sang qui circulait dans le cœur et les gros vaisseaux.

Expérience XXVII. — Je pratiquai à un lapin une incision

d'un centimètre de longueur, dans la direction et vis-à-vis du 5me espace intercostal du côté droit; je coupai les tissus couche par couche, et je parvins à ouvrir la plèvre pariétale sans intéresser le poumon. J'introduisis dans la cavité un bout de sonde en gomme élastique, et j'y injectai un mélange de noir animal et d'amidon délayés dans de l'eau tiède. Je retirai la sonde; les mouvements respiratoires expulsèrent quelques bulles d'air qui avaient passé avec le liquide, puis je fermai la plaie par la suture.

Cette opération fut pratiquée vers onze heures du matin; l'animal mourut le lendemain à six heures du matin, et fut autopsié dans l'après-midi. J'ouvris en premier lieu l'abdomen, et j'examinai le foie et la rate : ces organes contenaient quelques granules noirs et quelques globules d'amidon, qui, par l'action de la liqueur iodée, prirent la coloration violette caractéristique. J'ouvris ensuite le côté gauche du thorax sans intéresser le côté droit, en coupant toutes les côtes de ce côté et relevant la pièce vers l'autre. Je pris un morceau du poumon gauche et j'y trouvai fort peu de granules noirs, mais en revanche des globules d'amidon assez nombreux, ayant 0,0055 à 0,018 millimètres de diamètre, très-faciles à reconnaître par la liqueur iodée. J'enlevai le cœur, en ayant soin de ne pas intéresser la plèvre gauche, dans laquelle on voyait par transparence la matière injectée qui tapissait ses parois. Je retrouvai dans les caillots qui remplissaient les cavités du cœur et les gros vaisseaux, les mêmes granules et les mêmes globules.

Le passage des molécules solides dans le torrent de la circulation était ainsi suffisamment constaté, sans que j'eusse à redouter de chances d'erreur, la cavité pleurale où l'injection avait eu lieu étant restée intacte.

J'ouvris alors celle-ci, et je constatai que le poumon n'avait éprouvé aucune lésion. Le liquide avait été complétement absorbé; la matière solide tapissait la membrane séreuse, de la surface de laquelle elle se laissait enlever par le grattage. Cette matière ayant été enlevée, des fragments de la plèvre furent soumis au microscope : ils étaient dépourvus d'épithélium, et présentaient par places des granules noirs infiltrés entre les mailles de leur tissu.

Ces granules avaient 0,006 à 0,024 millimètres de diamètre; quelques-uns étaient rangés en séries et évidemment contenus dans des cavités vasculaires. Ces vaisseaux, qui m'ont paru appartenir aux lymphatiques, avaient 0,018 à 0,06 millimètre de diamètre et présentaient des ramifications peu nombreuses et fort distantes les unes des autres.

Les ganglions sous-sternaux et bronchiques offraient à leur intérieur de petits amas de particules noires, et quelques globules d'amidon; les ganglions mésentériques et inguinaux n'en présentaient pas.

Cette expérience prouve que des particules solides introduites dans la plèvre passent avec facilité dans le torrent de la circulation, au point que 18 heures seulement après l'introduction, on les retrouve en quantité notable dans le sang et dans les organes.

Des faits renfermés dans ce chapitre, je conclus que les particules solides introduites dans les cavités séreuses, passent à travers le tissu des membranes qui les revêtent dans le torrent de la circulation.

CHAPITRE V.

PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES INTRODUITES DANS LES VOIES AÉRIENNES.

Les voies aériennes constituent incontestablement la partie de l'économie animale dans laquelle l'absorption s'exécute avec le plus d'activité.

On sait avec quelle rapidité les substances volatiles inspirées vont agir sur le cerveau (chloroforme, amylène, acide carbonique). Les liquides injectés dans les vésicules pulmonaires disparaissent instantanément, et s'ils contiennent de l'iodure ou du ferro-cyanure de potassium, l'urine en fournit les réactions, attestant la réalité de leur passage dans la circulation. J'ai fait des expériences sur la manière dont se comportent les particules

solides introduites par la même voie, et ces expériences m'ont conduit à cette conclusion, que, là aussi, des particules suffisamment ténues pénètrent dans les tissus et passent dans le torrent de la circulation. Plusieurs de ces expériences seront mieux placées dans la troisième section; ici je me bornerai à en relater trois.

Expérience XXVIII. — Je pratiquai à un lapin la trachéotomie, et j'injectai dans la trachée un mélange de charbon et d'amidon délayés dans de l'eau. Ce lapin mourut au bout de 5 heures. Je trouvai des molécules de charbon et des globules d'amidon dans le sang du cœur et des grosses veines, dans le foie et dans la rate.

Expérience XXIX. — J'injectai par les narines d'un lapin de l'eau tenant en suspension de la poudre d'amidon. Cet animal fut pris de suffocation, de mouvements convulsifs, et expira au bout d'une demi-heure. Lui ayant ouvert la poitrine avec précaution et en ayant extrait le cœur, je trouvai dans le sang du ventricule gauche des globules d'amidon bien distincts, mesurant 0,0055 à 0,02 millimètres de diamètre. Dans le foie et dans le mésentère il n'y en avait pas.

Expérience XXX. — Je pratiquai la trachéotomie à un chien, et j'injectai par la plaie de l'eau tenant en suspension de la poudre d'amidon. Au bout de trois quarts d'heure je le tuai par strangulation. Je trouvai des globules d'amidon de 0,01 à 0,024 millimètres, toutefois en fort petite quantité, dans le sang du cœur, des veines pulmonaires, des veines caves, dans le foie et dans les ganglions bronchiques. L'intestin grêle était fortement contracté, au point d'être par places complétement vidé de son contenu; ses villosités étaient aussi contractées, offrant des plis transversaux. Par places, surtout vers leur sommet, elles présentaient des endroits où l'épithélium manquait; on y voyait une couche de noyaux bien distincts, non continue, puis le réseau vasculaire sanguin. Une de ces villosités, écrasée sur le porte-objet, présenta à son sommet les fibres musculaires lisses disjointes et séparées formant une espèce de faisceau.

Il résulte de ces expériences que les particules solides introduites dans les vésicules pulmonaires passent dans les tissus de l'écono-

mie et dans le torrent de la circulation. On voit que dans un cas ce passage n'a pas exigé trois quarts d'heure, et que dans un autre il s'est effectué en moins d'une demi-heure. Cette rapidité est en rapport avec l'activité que présente l'absorption dans ces organes.

CHAPITRE VI.

FAITS PATHOLOGIQUES PROUVANT LA PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES DANS L'ORGANISME. — CONCLUSIONS DE CETTE PARTIE.

On ne doit pas s'attendre à trouver ici une discussion approfondie et une énumération complète des cas dans lesquels on pourrait supposer que la pénétration des particules solides au sein de l'organisme a ou n'a pas lieu. Je n'ai réellement à m'occuper que de ceux qui concourent à démontrer cette pénétration, constituant en quelque sorte la confirmation donnée par la nature des expériences rapportées précédemment.

Est-ce que dans l'infection purulente il y a passage de globules de pus ou d'autres molécules solides à travers nos tissus? Cela devient de jour en jour moins probable. Mais il est un cas dans lequel la supposition d'un semblable phénomène devient plausible. Un individu contracte un chancre; le ganglion le plus voisin se tuméfie, s'abcède et il s'y produit, non du pus ordinaire tel que celui d'un abcès simple, d'un ganglion enflammé sympathiquement, mais un pus virulent, spécifique, absolument comme si le chancre avait été inoculé dans le ganglion. On voit même, dans quelques cas exceptionnels, ce chancre sous-cutané se produire le long du trajet du vaisseau lymphatique, partant de l'ulcère primitif. Si c'était le produit de l'absorption d'un liquide, celui-ci irait se répandre partout, il infecterait toute l'économie; or, c'est ce qui n'a jamais lieu; ces chancres ganglionnaires, si bien décrits par MM. Ricord et Thiry, siégent constamment dans le ganglion ou dans le lymphatique le plus rapproché du siége de la maladie. On

dirait donc que ce sont des molécules solides, des globules qui ont été absorbés et qui séjournent, qui restent en quelque sorte accrochés dans les ganglions ou même dans les vaisseaux absorbants. Nous verrons bientôt que cela a lieu réellement pour les molécules solides introduites artificiellement dans nos expériences.

Sous l'influence de causes diverses, généralement d'une inflammation chronique, on voit se développer dans l'économie animale des pigments pathologiques. Ces pigments sont assez fréquents dans l'estomac et l'intestin à la suite des phlegmasies de ces parties. Or, dans ces cas les ganglions mésentériques correspondants contiennent les mêmes molécules pigmentaires, qu'on ne rencontre pas ailleurs. Faut-il admettre la formation spontanée et libre de ces produits dans les ganglions, c'est-à-dire pour ceux-ci une espèce de *consensus* avec les parties malades, les portant ou les poussant à l'irritation et par suite à la formation de tel produit identique à ceux de la partie correspondante? C'est là une hypothèse que rien ne justifie. On ne voit pas pourquoi cette tendance n'envahirait pas aussi bien tous les autres organes, mais resterait bornée aux plus rapprochés du foyer du mal. Au contraire, en admettant le passage des particules solides, tout s'explique très-bien, comme je l'exposerai *ex professo* dans la section suivante.

Parmi les substances qui pénètrent dans l'organisme, je dois signaler les molécules noires éparses dans les poumons, charbon pour certains auteurs, molécules pigmentaires pour d'autres. Eh bien, ces molécules existent aussi et en nombre énorme dans les ganglions bronchiques qui présentent une coloration d'un noir de jais : trois ou quatre fois j'ai même vu une traînée noire allant du poumon au ganglion et indiquant le trajet du vaisseau lymphatique. On ne peut admettre ici une formation directe; la présence de ce dépôt exclusivement dans les ganglions bronchiques ne se comprendrait pas de cette façon, et sa présence dans les vaisseaux lymphatiques intermédiaires se comprendrait encore moins.

Un autre fait pathologique où la pénétration de particules solides dans nos tissus est évidente, est la présence des entozoaires et des entophytes au sein des organes. On sait aujourd'hui que

les échinocoques, les cœnures, les cysticerques, ne sont que le premier degré, le degré embryonnaire de formation des cestoïdes. L'expérience par laquelle on produit ceux-ci dans l'intestin des animaux auxquels on fait avaler les premiers est devenue en quelque sorte banale et a été répétée de toutes les façons. Mais l'expérience inverse réussit aussi : c'est-à-dire qu'en faisant avaler des proglottides de cestoïdes à des animaux, on produit chez eux des vers vésiculaires. On a, par exemple, produit le tournis chez des moutons auxquels on avait fait avaler des proglottides de *Tænia cœnurus*. Il faut donc que les œufs de cet animal, qui sont arrondis et inermes, passent dans les tissus de l'économie; et à coup sûr personne ne supposera que ces œufs puissent être dissous ou divisés pour arriver là, car leur division ou leur dissolution, ce serait leur mort. Pour expliquer ce fait, on a dit que ces œufs germaient dans l'intestin et y produisaient des embryons armés de crochets qui se frayaient une voie dans les vaisseaux. Ceci n'est qu'une hypothèse, personne n'ayant vu cette germination. Voici, du reste, un cas qui fournit un exemple frappant de ce passage et dans lequel on ne peut pas invoquer la production préalable d'un embryon armé.

Expérience XXXI. — Très-souvent on rencontre dans le foie et l'intestin des lapins et surtout dans le cœcum, des corpuscules de forme ovoïde, à double contour et à noyau granuleux. Ces corpuscules ont été indiqués par M. Mensonides (1) et par M. Kuchenmeister (2); ce sont, à n'en pas douter, des œufs d'entozoaires, quoiqu'à ma connaissance, l'espèce à laquelle ils appartiennent n'ait pas encore été positivement déterminée. Ils ont 0,024 à 0,036 millim. de longueur sur 0,0162 à 0,018 de largeur; leurs parois ont 0,0018 à 0,0015 d'épaisseur : leur noyau à 0,019 à 0,0234, et les granules qu'il contient ont 0,002 à 0,001 millim. Chez un lapin, la surface du foie semblait entièrement couverte de noyaux blancs; par la dissection, je trouvai que ces noyaux

(1) *Op. cit.*, p. 18.

(2) *Beiträge zur Helminthologie, mit besonderer Rücksicht auf pathologische Anatomie;* dans *Virchows Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie;* Berlin, 1850, t. IV, p. 83.

n'étaient que les extrémités de canaux biliaires fortement dilatés, ayant un centimètre à $^1/_4$ de millim. de diamètre. Les parois de ces canaux étaient en même temps épaissies, et ils étaient remplis des corps décrits précédemment. Cette dilatation est un phénomène fréquent chez le lapin, mais en général elle est partielle et limitée, tandis qu'ici tout le système biliaire y participait. Jusqu'ici on ne voit rien qui se rapporte à mon sujet; mais voici pourquoi je place ici cette observation. Trois ganglions lymphatiques appartenant au gros intestin offraient le triple au moins de leur volume normal; ils étaient durs; et à leur intérieur se trouvaient plusieurs des corps en question. Dans le poumon gauche, il y avait un noyau dur qui en renfermait également. Dans le sang, je n'en trouvai pas. Le gros intestin en contenait beaucoup; par places, ils semblaient s'enfoncer dans le tissu de la muqueuse, et le lavage ne les enlevait pas. Il est donc évident que ces corpuscules volumineux avaient pénétré dans les tissus, puisqu'ils se retrouvaient dans les ganglions lymphatiques et dans le tissu pulmonaire.

On rencontre assez souvent dans le sang des chiens des filaires, décrits en premier lieu par MM. Gruby et Delafond (1). On pourrait supposer à la rigueur que ces vers se sont frayé un passage jusque dans les vaisseaux, mais cette supposition ne me semble pas pouvoir être soutenue à l'égard du ver décrit par M. Bilharz dans le sang de l'homme et appelé par lui *Distomum hæmatobium* (2). Elle ne peut pas l'être surtout en présence de ce fait observé par M. Bilharz, que dans la dyssenterie qu'il a observée au Caire, les œufs de ce distome se trouvent à la fois dans la cavité de l'intestin, dans le tissu cellulaire sous-muqueux de cet organe, dans l'épaisseur même de la muqueuse, et jusque dans le tissu cellulaire sous-muqueux de la vessie. Un fait qui présuppose aussi de toute nécessité le passage des particules solides à travers les tissus de l'économie animale, est celui de la présence au sein de ces tissus

(1) *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences;* 1843, t. XVI, p. 325.

(2) *Ein Beitrag zur Helminthographia humana;* dans Von Siebold und Kölliker, *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie;* 1853, t. III, pp. 53 et 72.

et dans le sang de végétaux monocellulaires et de spores d'autres cryptogames. Il se développe actuellement en Lombardie, en Espagne et dans le midi de la France, une maladie du ver à soie qui produit de grands ravages. Cette maladie a fait le sujet des investigations de M. Lebert, qui a trouvé dans les organes et dans le sang des chenilles et des papillons malades, une algue monocellulaire, dont les cellules ont 0,004 à 0,005 millim. de longueur, rarement 0,006, sur 0,002 à 0,0025 millim. de largeur, rarement 0,003 (1). Évidemment ces cellules ont dû pénétrer à travers les tissus de ces animaux pour arriver là, de l'atmosphère où leurs germes sont répandus.

La muscardine, autre maladie du ver à soie, est constituée par un champignon, *Botrytis Bassiana*, dont les spores pénètrent tout d'abord dans les vaisseaux et les tissus de la chenille, et s'y développent (2). MM. Cohn (3) et Lebert (4) ont étudié une maladie de la mouche domestique, déterminée par un entophyte, *Empusa muscæ* Cohn, *Myiophyton Cohnii* Lebert. Au début de la maladie, qu'on peut inoculer au moyen des spores de ce végétal, le sang est blanchâtre et laiteux, et contient beaucoup de petits granules de 0,001 à 0,002 millimètres de diamètre. Ces granules passent par degrés insensibles à des cellules rondes ou ovoïdes, mesurant 0,03 à 0,04 millimètres qui, à leur tour, par leur allongement, produisent un mycélium. C'est seulement après la mort de l'animal que celui-ci se fait jour au dehors et l'enveloppe en quelque sorte de ses filaments. On trouve parfois les mêmes granules et les mêmes cellules dans le suc intestinal. Les petits granules sont donc les germes, le point de départ primitif du *Myiophyton*, et ces germes se trouvent dans le sang antérieurement à

(1) Ch. Robin, *Histoire naturelle des végétaux parasites;* Paris, 1853.

(2) *Einiges über die in neuerer Zeit beobachtete Entartung des Insektes der Seide;* dans *Virchows Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie;* Berlin, 1857, t. XII, p. 144.

(3) *Empusa muscae und die Krankheit der stubenfliegen,* dans *Denkschriften des kaiserlichen Academie der Wissenschaften;* Vienne, 1855.

(4) *Von der Pilzkrankheit der Fliegen, erzeugt durch Myiophyton Cohnii,* dans *Virchows Archiv;* 1857, p. 76.

tout autre phénomène, à une époque où la mouche ne présente encore aucun symptôme de maladie. Or, de deux choses l'une : ou bien ils s'y développent spontanément, ou bien ils y viennent du dehors et passent à travers les tissus de la mouche. Dans la première supposition, nous assisterions à un fait de génération spontanée qui se reproduirait tous les jours sous nos yeux. M. Cohn est disposé à l'admettre; mais je crois que cette idée trouvera peu d'adhérents. Repoussant la génération spontanée, il faut bien admettre que les granules sont venus du dehors en traversant les tissus. Il est même probable que c'est de l'intestin qu'ils viennent, car on y en rencontre parfois, tandis qu'on n'en a jamais vu dans les trachées. Ici au moins on ne peut pas, comme pour les œufs de ténias, supposer que ce sont des embryons armés et actifs qui se frayent un passage avec effort.

Je citerai encore ici les *psorospermies* de Müller, ces singuliers végétaux monocellulaires qu'on rencontre enkystés sous la peau et sur la vessie natatoire des poissons. On ne peut pas non plus se dispenser d'admettre que leurs germes, pour arriver là, ont dû passer à travers les tissus dans le torrent de la circulation.

Ces faits, qui sont les plus saillants de leur catégorie, nous montrent la pathologie d'accord avec les expériences physiologiques pour prouver le passage dans le sang et à travers les tissus de l'économie, de particules solides insolubles.

Arrivé au bout de cette deuxième section de mon travail, je crois devoir en résumer brièvement le contenu en quelques mots, qui lui serviront de conclusion.

Tous les faits s'accordent à établir que les particules solides peuvent pénétrer à travers les tissus de l'économie animale. Cette pénétration peut avoir lieu, quels que soient la surface, le tissu ou l'endroit sur lesquels ces particules sont déposées. Elle n'est pourtant pas, comme l'absorption des liquides, un fait constant, inhérent à l'organisme; c'est un fait qui peut ne pas se produire, et qui, lorsqu'il existe, doit sa production à des circonstances particulières, favorables, dont la détermination aura lieu dans la section suivante.

TROISIÈME PARTIE.

Mécanisme de la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie.

CHAPITRE Ier.

GÉNÉRALITÉS. — DOCTRINE DES BOUCHES ABSORBANTES. — DOCTRINE DE LA DILACÉRATION.

Le fait de la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie animale et dans le torrent de la circulation, a été prouvé d'une manière incontestable dans la section précédente. Il s'agit dans celle-ci de déterminer le mécanisme selon lequel il s'effectue. De cette détermination découleront, d'une part, l'explication de tous les phénomènes qu'on voit surgir dans les expériences, et d'autre part, le véritable rapport de ce fait avec celui de l'absorption.

Je ne suis pas le premier qui cherche la détermination de ce mécanisme : avant d'y procéder, il convient donc d'examiner et de discuter les explications qui ont été proposées avant moi. Ces explications peuvent, comme on l'a vu dans la partie historique de mon travail, se ramener à quatre doctrines différentes. Ce sont les doctrines des bouches absorbantes, de la dilacération, de la pénétration et de la porosité.

Dans ce qui suivra, je les définirai, je les exposerai, et j'exa-

minerai jusqu'à quel point elles s'accordent avec les faits et satisfont l'esprit.

Nous avons vu que tous les anciens, à peu d'exceptions près, croyaient les parois des vaisseaux absorbants, tant veineux que lymphatiques, percées d'orifices béants par lesquels avait lieu l'absorption. Les molécules solides pouvaient passer par ces orifices pour entrer dans le système vasculaire, et aussi pour en sortir, pourvu que leur diamètre ne dépassât pas celui des orifices. Pour eux, le passage de ces molécules avait donc lieu par le même mécanisme que celui des liquides, c'était une véritable absorption. M. Magendie expliquait encore de cette façon l'absorption du chyle, qu'il croyait formé de toutes pièces dans l'intestin, avec ses globules, et qu'il croyait ainsi soumis à l'absorption. L'observation a fait justice des orifices béants des vaisseaux absorbants, et en même temps elle nous a appris ce qui avait occasionné les illusions sur lesquelles on s'était basé pour les admettre. Pendant la vie et immédiatement après la mort, les villosités se contractent en formant des plis, comme MM. Lacauchie, Gruby, et Delafond l'ont constaté les premiers. Souvent alors on voit au sommet de la villosité une rentrée, une plicature que l'on pourrait prendre pour un orifice. Quelquefois ce sommet est dépourvu d'épithélium; autre cause d'erreur et d'illusion. Enfin, Lacauchie, et peut-être Magendie, ont pris pour des orifices les bases des cellules d'épithélium qui, vues de champ à la surface des villosités, ressemblent assez bien à des pores, et ne sont pas sans analogie avec les rayons de gâteaux des abeilles. Je ne parle que des villosités, et non des autres parties des corps, parce que c'est toujours là, et non ailleurs, qu'on a cherché et cru trouver les prétendus orifices. Tout ce que je puis en dire, c'est que le pouvoir des préjugés, de l'idée préconçue, doit être bien grand, pour avoir fait admettre pendant si longtemps, comme fait avéré, un résultat de la plus grossière erreur.

On se demande comment il est possible qu'en examinant des villosités en grand nombre et sans idée arrêtée, on puisse y voir des orifices; et on comprend qu'un observateur aussi exact et aussi impartial que Leeuwenhoeck devait les nier. L'étude que nous

avons faite du phénomène du passage des particules solides dans le torrent de la circulation, n'est d'ailleurs nullement favorable à cette doctrine. Si elle était vraie, le passage devrait être constant, aussi constant que l'absorption des liquides: or nous avons vu que souvent il n'a pas lieu. La doctrine des bouches absorbantes, du reste repoussée par tout le monde aujourd'hui, ne doit pas nous arrêter davantage; l'observation la plus simple suffit pour en faire justice.

M. Oesterlen, après avoir constaté par des expériences positives le passage des molécules de charbon de bois et de bleu de Prusse à travers les tissus de l'économie, se demanda si ce passage n'avait pas lieu à la faveur de déchirures de l'épithélium et des membranes?

Il posa ainsi la doctrine de la dilacération; d'après celle-ci, les corpuscules qui pénètrent dans nos tissus auraient des formes anguleuses et pointues, et pressés contre les surfaces avec lesquelles on les met en contact, ils les perforeraient, les déchireraient et s'y ouvriraient une voie par la violence. Cette idée fut d'abord développée par M. Henle dans le passage suivant (1):

« L'anatomie de texture nous a fait connaître la véritable » structure des parois vasculaires, et a relégué dans le domaine » des mythes, les orifices béants des vaisseaux lymphatiques, » ainsi que les pores absorbants et exhalants des capillaires. On » devait en conclure, et cette conséquence paraissait logique et » inattaquable, que les parois des vaisseaux ne pouvaient être » traversées que par des liquides, et que des substances en état » de dissolution pouvaient seules parvenir dans leurs cavités. Ce- » pendant à côté de cet axiome, on ne pouvait se dissimuler un » fait qui le contredisait et qui menaçait de le réduire à néant: » c'est le passage des corps gras à l'état de très-grande division de » cavité intestinale dans les vaisseaux sanguins et lymphatiques » des villosités. Il était difficile d'admettre que les particules mi- » croscopiques que l'on rencontrait à l'intérieur de ceux-ci, s'étaient

(1) *Handbuch der rationellen Pathologie*, t. II, première partie; Brunswick, 1847, p. 145.

» dissoutes ou saponifiées justement pour traverser leurs mem-
» branes, puis s'étaient immédiatement précipitées pour reconsti-
» tuer des granules. Force fut donc de concéder aux pores invisi-
» bles la perméabilité pour des molécules sans doute fort petites,
» mais cependant encore visibles. Une autre catégorie de corps
» qui paraissent pouvoir pénétrer dans les vaisseaux sanguins par
» toutes les régions de l'organisme, sont les entozoaires. Il en
» est sans doute qui sont pourvus d'organes de préhension et de
» perforation, mais il y en a aussi qui en sont dépourvus : tels
» sont les filaires, et peut-être même les infusoires mous et pro-
» téiformes (1). En dernier lieu, les expériences de M. Oesterlen
» ont démontré que le mercure métallique pénétrait dans les vais-
» seaux sanguins, tant par les frictions pratiquées sur la peau à
» l'aide de l'onguent mercuriel, que par l'ingestion de ce même
» onguent dans l'intestin. Le même auteur a vu du charbon pul-
» vérisé introduit dans l'intestin y passer sans aucune lésion ou
» déchirure apparente. Les globules de mercure trouvés dans
» le sang, avaient 0,001 à 0,005 lignes (0,002 à 0,01 millimètres).
» Les particules de charbon avaient en général, 0,003 à 0,005
» lignes (0,006 à 0,01 millimètres). Quelques-unes atteignaient
» même 0,025 lignes (0,05 millimètres) et au delà. Sans doute, il
» y a dans ces phénomènes des circonstances qui permettent de
» les concilier avec nos idées sur la structure anatomique des
» membranes vasculaires. Des substances fluides, comme les
» graisses et le mercure, peuvent subir dans des liquides qui ne les
» dissolvent pas, une division toujours de plus en plus grande, de
» façon à n'être même plus appréciables au moyen du microscope;
» peut-être les globules les plus petits que nous pouvons apercevoir
» voir ne sont-ils que le résultat de la réunion de globules encore
» plus petits et invisibles. Les organismes parasitaires pourraient
» posséder un appareil caché de mastication, ou bien un liquide
» dissolvant qui leur permettrait de traverser les parois vascu-
» laires. Quant aux particules solides, peut-être les contractions

(1) Henle u. Pfeuffer, *Zeitschrift für rationelle Medicin*, t. III; Heidelberg, 1846, p. 155.

» du tube digestif les font-elles pénétrer dans les veines, par déchi-
» rures des parois de l'intestin, et cela d'autant plus facilement
» qu'elles ont des angles plus aigus et des bords plus tranchants. Qui
» oserait soutenir que des déchirures ayant, par exemple, l'étendue
» de l'orifice d'une glande de Lieberkuhn, situées n'importe où
» dans l'intestin, ne pourraient pas échapper à ses yeux? Cepen-
» dant ces expériences sont bien faites pour appeler de nouvelles
» recherches sur ce point. Elles démontrent en tout cas que des
» corps étrangers, même à l'état insoluble, pénètrent plus facile-
» ment dans la masse du sang qu'on ne l'a cru jusqu'à présent;
» elles constituent la réfutation de cette idée, que tout élément
» microscopique que l'on rencontre dans le sang sans déchirure
» appréciable qui aurait pu lui donner passage, devait y avoir été
» engendré de toutes pièces. »

Bérard et M. Mialhe admettent aussi que, si des molécules de charbon de bois peuvent pénétrer dans nos tissus, fait qu'ils ne sont jamais parvenus à constater, c'est que ces molécules se frayent mécaniquement un passage à travers la substance molle des villosités.

Les expériences et les faits rapportés dans la section précédente, constituent la meilleure réfutation de cette doctrine. En effet, nous y avons vu pénétrer, à travers les tissus de l'économie, non pas la plupart du temps des particules anguleuses et acérées, mais des particules parfaitement arrondies, dépourvues d'inégalités, telles que les molécules du noir animal, du noir de fumée, les globules d'amidon, les globules du sang. Personne ne croira sans doute que ces particules soient capables de produire des déchirures; aussi les partisans de la doctrine de la dilacération ont-ils laissé de côté ou même nié positivement ces faits. Il y a plus : c'est que les molécules arrondies du noir de fumée et du noir animal semblent pénétrer plus facilement et en plus grande quantité que les molécules anguleuses du charbon de bois; c'est avec elles, comme on le verra plus loin, qu'on obtient les résultats les plus beaux, les plus probants.

Voici une expérience où l'on verra que les molécules anguleuses n'ont ici aucun privilége relativement aux autres.

Expérience XXXII. — Un jeune lapin fut nourri pendant 25 jours avec du bleu de Prusse, du noir animal et du charbon de bois pulvérisé, mêlés à des pommes de terre bouillies. A l'autopsie, je trouvai que les ganglions mésentériques avaient leur coloration normale, mais contenaient quelques granules noirs épars; dans le mésentère, on en apercevait également. Ces granules étaient la plupart arrondis, et avaient 0,002 à 0,01 millimètres de diamètre, comme ceux du noir animal.

Quelques-uns semblaient par leur reflet bleuâtre appartenir au bleu de Prusse; ils étaient plus irréguliers, mais sans présenter d'angles bien prononcés. Enfin, les molécules anguleuses existaient aussi, mais en nombre fort restreint. Dans le foie et les poumons, je trouvai la même chose. Le sang des cavités du cœur contenait des molécules rondes, et pas du tout de molécules anguleuses.

On voit dans cette observation que les molécules qui seules auraient dû pénétrer d'après la doctrine de la dilacération, étaient précisément celles qui avaient le moins, qui n'avaient presque pas pénétré.

Leurs angles paraîtraient plutôt avoir constitué un obstacle qu'un auxiliaire utile à leur pénétration. Cette doctrine est d'ailleurs de nulle valeur pour expliquer la pénétration des spores du *Myiophyton,* du *Botrytis bassiana,* et des autres végétaux microscopiques.

Nous verrons plus loin que cette doctrine de la dilacération, née de l'impossibilité d'expliquer les résultats de l'observation, se trouve en opposition directe avec celle-ci, qui seule est capable de donner la clef du phénomène.

CHAPITRE II.

DOCTRINE DE LA POROSITÉ.

La porosité constitue une des propriétés générales de la matière; son existence est, en quelque sorte, un axiome de physique. On la prouve par ses conséquences, par des faits qui ne pourraient pas exister si les atomes se touchaient immédiatement.

Tels sont les phénomènes de dilatation et de condensation, et ceux de transsudation des liquides, qu'on peut produire à travers tous les corps, quelle que soit leur densité, pourvu que leur épaisseur soit assez exiguë.

Toutefois, personne n'était jamais parvenu à voir ces pores, lorsque M. Keber annonça qu'il les avait découverts au moyen du microscope. Pour les apercevoir, il faut se procurer des corps que l'on examine des tranches excessivement minces; on obtient celles-ci en grattant très-légèrement l'objet à examiner au moyen du scalpel, et étendant sur le porte-objet les rognures très-fines que l'on a détachées.

Lorsqu'il s'agit de corps solides secs, on aperçoit de suite les pores en regardant ces rognures à un grossissement de 200 fois, mais pour les corps humides, par conséquent pour les produits organiques frais, on n'y parvient pas aussi facilement. Au premier abord, on n'aperçoit rien qui y ressemble; on doit ne pas recouvrir les petits fragments d'une plaque de verre, et laisser l'évaporation s'accomplir sur le porte-objet : à mesure qu'elle a lieu, on voit apparaître de petits points clairs, arrondis ou ovoïdes, qui sont les pores des tissus. On ne peut pas recouvrir d'une plaque de verre, d'une part, parce qu'elle empêcherait l'évaporation, d'autre part, parce qu'en comprimant l'objet, elle déformerait les pores, rapprocherait leurs bords, et les rendrait invisibles (1).

(1) F. Keber, *Mikroskopische Untersuchungen über die Porosität der Körper;* Königsberg, 1854, p. 15.

Les pores que l'on trouve ainsi dans les tissus ont de $^1/_{800}$ à $^1/_{2000}$ de ligne d'étendue (0,0024 à 0,001 millimètre).

M. Keber les a observés dans l'écaille et la cuticule de l'œuf, dans la peau et les muqueuses, dans les cellules même des épidermes et épithéliums, qui présentent de petites ouvertures de $^1/_{1200}$ à $^1/_{1600}$ de ligne (0,00166 à 0,0012 millimètre). Il les a constatés dans les parois des vaisseaux capillaires des lymphatiques, dans les cellules du foie.

L'existence de ces pores sert à M. Keber pour expliquer une foule de phénomènes. C'est par eux que passent toutes les substances soumises à l'absorption, ainsi que tous les produits de sécrétion; ils rendent donc compte du continuel échange qui s'opère entre l'intérieur de l'organisme et le monde extérieur. C'est par leur présence qu'il prétend aussi expliquer la pénétration des granules de graisse, celle des globules de mercure, celle des molécules solides, et enfin l'exhalation du sang avec ses globules.

L'absorption des liquides et la pénétration des particules insolubles et solides ont donc lieu par la même voie et selon un mécanisme analogue; une même disposition organique rend compte à la fois des deux phénomènes. Mais les molécules solides ont souvent 0,01, parfois même 0,02 millim. de diamètre; les globules du sang ont 0,006 à 0,0075; comment donc peuvent-ils passer à travers des pores qui ont généralement entre 0,001 et 0,002, qui n'atteignent même jamais 0,005? Pour résoudre cette objection, M. Keber suppose que ces pores, sous l'influence d'une pression qui agit sur les tissus, sont susceptibles de dilatation, et peuvent acquérir des dimensions appropriées à celles des corps qui doivent les traverser.

Voilà en peu de mots l'exposé des idées de M. Keber sur le mécanisme de la pénétration des particules solides et insolubles à travers les tissus de l'économie. Voyons maintenant si elles peuvent être admises.

M. Keber ne me fera jamais croire qu'en grattant la surface d'un tissu desséché, d'une vessie par exemple, on n'altère pas, on ne déchire pas les éléments dont ce tissu ou cette membrane se compose. Si souvent en histologie, on fait usage de ce procédé, c'est

sur des tissus frais, dont les éléments, flexible et élastiques, se désagrégent et ne cassent pas; mais peut-on l'employer avec autant d'assurance, lorsque les éléments sont devenus secs et friables?

La dessiccation recommandée par M. Keber ne me paraît pas plus exempte d'inconvénients. Elle racornit les tissus, les plisse, les infléchit, y change la distribution des liquides, et y produit ainsi des apparences qui ne sont pas l'expression de l'état normal. De cette façon, on produit de toutes pièces des saillies, des enfoncements, des épaississements qui peuvent en imposer pour des pores. Ce qui me fait croire qu'il en est ainsi, c'est justement la précaution recommandée par M. Keber, d'éviter la légère compression produite par la plaque de verre placée sur l'objet. Cette compression, au lieu de resserrer et d'effacer les pores, devrait les élargir et les rendre plus distincts; elle devrait aussi rendre la dessiccation plus lente, plus régulière, et diminuer par là les chances d'altération produite par elle. M. Keber répond à cette objection, que la dessiccation n'altère pas les tissus, qu'elle les laisse dans leur état primitif, et qu'en les humectant ils reprennent leur aspect normal. Sans doute, elle ne les altère pas à proprement parler, elle ne change ni leurs éléments, ni leur composition chimique, mais elle change leurs formes, en y produisant des saillies, des anfractuosités, des épaississements, des retraits.

Pour s'en convaincre, on n'a qu'à examiner une préparation quelconque d'abord à l'état frais, puis à l'état sec. Si elle reprend par l'addition d'un liquide son premier aspect, c'est que ces modifications de forme ont disparu avec leur cause. Je ne puis mieux comparer les effets de la dessiccation sur les tissus qu'à ceux qu'elle produit sur une couche d'argile. Par son action, celle-ci change de forme et de volume pour revenir à ses conditions primitives dès que le liquide reparaît. Il en est de même de nos tissus. Or, je le demande à tout homme non prévenu, peut-on tirer des conclusions fondées d'observations faites dans ces conditions, surtout lorsqu'il s'agit d'objets ayant moins d'un cinq centième de millimètre?

Voilà pour la constatation des pores dont l'existence n'a, du

reste, rien qui soit en opposition avec la raison ou avec l'observation. Mais ces pores étant admis, peuvent-ils, comme le croit M. Keber, donner passage aux globules du sang et aux particules solides qui pénètrent dans l'organisme? Les globules du sang ont 0,0066 à 0,0075 millimètres de diamètre; les particules solides qui pénètrent dans l'organisme atteignent 0,01 et même 0,02; les pores vus par M. Keber n'ont que 0,0024 au grand *maximum*. Ils devraient donc s'accroître du triple de leur diamètre dans le premier cas, et du quintuple au décuple dans le second. Non-seulement ce n'est pas vraisemblable, mais ce ne n'est pas possible; ce ne serait plus une dilatation, ce serait une déchirure, et nous en reviendrions à la doctrine de la dilacération.

Pour produire cette dilacération, il faut une pression. Celle-ci existe dans l'intestin; mais est-elle suffisante dans le péritoine? Existe-t-elle à la surface d'un vésicatoire ou d'une plaie?

CHAPITRE III.

DOCTRINE DE LA PÉNÉTRATION.

La doctrine de la pénétration a pour auteur M. Charles Robin. Elle lui a été suggérée par le besoin d'expliquer le passage des entozoaires à travers les tissus, et celui des filaments du mycélium de certains cryptogames. Pour que la pénétration ait lieu, il faut un corps dur appuyant sur un tissu plus mou que lui; il faut donc trois conditions : un corps dur, un tissus mou et une pression qui les maintienne en contact l'un avec l'autre. Dans ces circonstances, les éléments anatomiques sur lesquels appuie le corps étranger disparaissent devant lui par résorption. Voici comment M. Charles Robin s'exprime sur cette action (1) : « La matière vi-
» vante se résorbe, disparaît molécule à molécule devant le corps

(1) *Histoire naturelle des végétaux parasites;* Paris, 1853, p. 282.

» solide du côté où il s'allonge, du côté où il presse sur celle-là.
» C'est ainsi que pénètrent les tubes du mycélium. . . . .
. . . . . .

» Le mécanisme de la pénétration des filaments du mycélium
» et autres objets, tel que je viens de le décrire, est aussi celui du
» passage des corps étrangers d'un lieu à un autre, de leur péné-
» tration d'une cavité naturelle dans l'épaisseur des organes ou
» dans une autre cavité. Il y a cette particularité, toutefois, que
» durant la disparition molécule à molécule de la substance orga-
» nisée du côté où la pression est plus forte, il se forme, mo-
» léeule à molécule, de la matière organisée du côté opposé.
» Celle-ci prend ainsi successivement la place occupée par le corps
» étranger, qui, de la sorte, se trouve bientôt complétement en-
» clavé dans l'épaisseur des tissus, et il peut tomber dans une ca-
» vité close sans que celle-ci ait jamais été en communication avec
» le dehors. . . . . Pour qu'un corps étranger pénètre
» dans les tissus, il n'est pas absolument nécessaire qu'il soit
» d'abord introduit sous la peau ou sous une muqueuse.

» A la surface des muqueuses, l'épithélium, étant très-mince,
» n'oppose pas ou presque pas d'obstacle à la pénétration des
» corps qui peuvent être ou formés de matières brutes, ou des
» œufs d'helminthes, ou des vers eux-mêmes.

» Il suffit, pour que la pénétration ait lieu, que le corps étranger
» soit plus dur que la substance des organes pénétrés, ce qui est
» fréquent dans les helminthes et leurs œufs, dont l'enveloppe
» extérieure est généralement coriace. Il faut, en outre, que ce
» corps pèse par son propre poids ou soit pressé par le jeu d'un
» organe : il faut surtout que cette pression soit prolongée un
» certain temps, qu'elle soit exercée quelque temps à la même
» place, le temps nécessaire pour que la substance pressée dispa-
» raisse par l'acte de désassimilation au niveau du corps étranger.
» C'est là un fait d'observation très-général que la disparition,
» la résorption de la substance organisée vivante, toutes les fois
» qu'on exerce sur elle une pression réelle plus ou moins grande,
» selon la nature des tissus. . . . . »

Suivant M. Robin, les corps étrangers, tels que calculs biliaires,

graines de melon, noyaux de cerise, pepins de pomme, ascarides, qui traversent parfois les parois de l'intestin, et surtout de l'appendice vermiforme du cœcum, agissent par ce mécanisme. Ce n'est pas une perforation, car il n'y a pas de point d'appui assez fixe pour aider à perforer ainsi des tissus assez épais. Ce n'est pas non plus une inflammation; celle-ci, quand elle existe, est consécutive; c'est une résorption des molécules des tissus, résorption qui peut produire une ulcération si le corps étranger est trop volumineux, mais qui, dans le cas contraire, est suivie immédiatement d'une régénération. C'est ainsi que les filaires pénètrent jusque dans le péritoine des poissons.

C'est exactement de la même manière que se fait la pénétration des particules solides dans l'organisme; seulement la petitesse des corps qui pénètrent est telle que la régénération s'effectue au fur et à mesure de la pénétration; de cette façon, on n'aperçoit jamais la trace du lieu par où elle s'est opérée.

La pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie animale suppose donc des modifications dans ceux-ci, tandis que, dans l'absorption, ils sont seulement traversés par les liquides ou les gaz sans subir aucun changement intrinsèque. Voici comment M. Robin apprécie les rapports qu'ont ensemble ces deux actes organiques (1).

« *La pénétration* dont je viens de parler est un fait essentiel-
» lement distinct de l'*absorption*.

» On donne le nom d'*absorption* au passage des corps liquides
» ayant lieu molécule à molécule, du dehors au dedans, au tra-
» vers de la substance organisée, laquelle n'est pas ou presque
» pas modifiée.

» On donne le nom de *pénétration* au passage d'un corps so-
» lide ayant lieu tout d'une pièce au travers de la substance or-
» ganisée, laquelle disparaît, molécule à molécule, devant l'objet
» qui la traverse.

» Ainsi, dans l'*absorption*, c'est le corps entrant du dehors au

(1) *Histoire naturelle des végétaux parasites*, p. 284. — Ch. Robin et Verdeil, *Traité de chimie anatomique et physiologique*; Paris, 1853, t. III, p. 521.

» dedans qui traverse, molécule à molécule, la matière organisée
» qui ne change pas ou presque pas, à moins qu'une partie ne
» s'unisse moléculairement à la matière traversée, tandis que,
» dans le cas de *pénétration*, c'est le corps qui est traversé qui
» disparaît molécule à molécule devant celui qui pénètre, lequel
» ne change que de *place* et non d'*état*.

» C'est donc à tort que quelques auteurs (MM. Oesterlen et Men-
» sonides) se sont servis du mot *absorption* pour désigner le fait
» du passage des poussières de charbon dans les capillaires de
» l'intestin et de là dans le foie, le poumon, etc. Il y a eu là con-
» fusion de deux phénomènes essentiellement différents en un
» seul, et erreur par emploi d'un seul mot pour les désigner.
» Quel que soit l'état de division extrême des particules, il n'y a
» pas absorption, il n'y a toujours que pénétration de la manière
» définie plus haut. »

M. Robin conclut de là qu'on a raison de prétendre que, pour être absorbés, les corps doivent être à l'état liquide ou à l'état de dissolution. Mais on a eu tort de conclure de là à l'impossibilité du passage de particules solides très-ténues dans les voies de la circulation. Les deux faits subsistent également, mais ils ne sont pas de même ordre, ils appartiennent à des catégories différentes.

La doctrine de la pénétration se présente avec une apparence de rigueur et de justesse qui séduit à la première vue; c'est une explication partant d'un esprit ingénieux, et qui évite les contradictions que j'ai reprochées aux doctrines précédentes; cependant, nous ne pouvons pas ainsi nous laisser aller à des impressions, et nous devons examiner impartialement si tout y est bien exact, si elle satisfait bien à toutes les données du problème tel que je l'ai posé dans ce qui précède. Il faut, dit M. Robin, trois choses pour que la pénétration ait lieu : un corps solide, un tissu mou, une pression qui maintienne ces deux facteurs en contact permanent.

D'abord, le corps solide. Il existe sans doute quand on emploie des poussières de charbon, de bleu de Prusse, de cinabre, etc.; mais les globules d'amidon, qui passent aussi dans le torrent de la circulation, appartiennent-ils à ces corps solides qui peuvent,

par leur pression, amener la résorption des tissus sur lesquels ils appuient? Les globules de sang que j'ai vus pénétrer aussi bien que MM. Marfels et Moleschott, en feraient-ils aussi partie? Et les globules de mercure, comment expliquer leur passage plusieurs fois constaté?

Comme seconde condition, M. Robin exige un tissu mou cédant facilement. Il me semble qu'un pareil tissu, loin de se laisser pénétrer, loin de se résorber pour faire place à ceux qui appuient contre lui, fuira, cédera, et ne se laissera pas entamer.

La pression qui maintient les deux corps en contact permanent où est-elle? Est-ce dans l'intestin qu'elle a lieu, là où les mouvements péristaltiques chassent sans cesse en avant les substances ingérées? Et dans les séreuses, à la peau, existe-t-elle aussi? Existe-t-elle dans le poumon, et si elle y existe, ne doit-elle pas chasser les molécules dans les bronches et de là au dehors, au lieu de les forcer à entrer dans le système vasculaire?

Voilà les trois conditions exigées par la doctrine de la pénétration. On voit qu'elles sont réalisées bien incomplétement. Il semble aussi que, pour déterminer la résorption des tissus, puis leur reconstitution, il faille un temps suffisant. Le terme de cinq ou six heures (expérience XXVIII), et encore moins ceux d'une demi-heure ou trois quarts d'heure (expériences XXIX et XXX), ne satisfont pas à cette condition; et pourtant au bout de ce laps de temps, j'ai retrouvé dans le sang et dans les organes les particules solides ingérées dans l'intestin ou dans le poumon. La résorption des tissus animaux devant un corps étranger n'est qu'une hypothèse; l'observation ne l'a jamais fait constater. Un os s'use, se creuse et finit par disparaître sous l'influence de la pression, d'une tumeur, d'un anévrisme surtout. Dans l'inflammation des os, la force augmentée du courant sanguin vient frapper les parois des canalicules osseux; elles se résorbent et ces canalicules se dilatent; il y a raréfaction, ostéoporose. Là donc la résorption est constatée. Mais il n'en est pas de même dans les autres tissus; devant la pression ceux-ci cèdent, se distendent, se dilatent, s'allongent, se relâchent, mais ne disparaissent pas. Tout au plus disparaîtraient-ils au bout d'un temps très-long.

S'ils diminuent de volume, c'est par résorption des liquides contenus dans leurs mailles, par diminution de la quantité de sang qui leur est amenée, et par rapprochement, par condensation de leurs éléments. Ainsi, un abcès se forme, il se creuse une cavité dans le tissu cellulaire; rien ne prouve qu'il y ait là perte de substance, mais il y a évidemment extension et condensation des tissus.

Si les tissus cèdent et s'amincissent, ce n'est pas parce qu'il y a résorption, mais parce qu'il y a distension, écartement. Si l'abcès s'ouvre, ce n'est pas par résorption de la peau qui le recouvre, c'est par mortification, résultat de la cessation de la circulation sous l'influence d'une pression trop forte. S'il en était autrement, il y aurait souvent des pertes de substances énormes en rapport avec le volume et la durée de l'abcès, et les muscles sousjacents, qui subissent aussi la pression, y participeraient et présenteraient des vides produits par la résorption de leur tissu : c'est ce que l'observation ne confirme pas. C'est une erreur d'attribuer à une résorption interstitielle les migrations qu'effectuent certains corps étrangers, tels que des épingles, des balles, etc. Il y a là tout simplement écartement des lames et des faisceaux des tissus sous l'influence de certaines pressions.

Rien ne démontre la résorption des tissus mous, si ce n'est certains cas d'atrophie normale ou pathologique, et dans ce cas, elle s'opère avec une lenteur qui n'a rien de commun avec la rapidité de la pénétration des particules solides au sein de l'organisme.

M. Robin repousse la perforation des tissus par des noyaux, des vers, etc.; parce que, dit-il, ces corps ne trouveraient nulle part un point d'appui suffisant pour permettre le déploiement d'une telle force.

Mais, pour déterminer la résorption des tissus, si résorption il y a, il faut aussi deux choses : un point d'appui et une force. Il faut que le premier soit solide et fixe, et que la seconde soit constante et continue; il faut que ces conditions puissent être maintenues, jusqu'à ce que la résorption ait commencé à s'opérer, jusqu'à ce que le corps étranger soit déjà engagé dans les tissus. Or, cela est-il possible, le point d'appui et la force ne pouvant

être fournis l'un et l'autre que par la contraction de l'intestin, contraction éminemment variable et propultrice? Cette contraction tend sans cesse à pousser en avant le contenu de l'intestin, non à le maintenir fixe à la même place. On comprend qu'elle puisse chasser à travers les tissus de l'intestin, un corps pointu, dur, turgide comme la tête d'un ascaride ou d'une filaire; on ne comprend pas qu'elle puisse le maintenir assez longtemps appuyé à la même place pour déterminer la résorption de ces tissus.

L'ulcération déterminée par un corps dur appuyé sur un tissu mou n'est d'ailleurs pas une résorption; c'est une mortification due soit à l'action directe du corps étranger, s'il appuie assez fortement pour empêcher l'abord du sang, soit à l'inflammation que sa présence provoque. C'est ainsi que s'opère le passage des pepins et noyaux de l'appendice cœcal dans le péritoine ou dans le tissu cellulaire.

Une semblable lésion peut exister partout ailleurs et amener aussi des perforations, comme on le voit dans l'estomac. L'ulcération peut du reste se cicatriser après que le corps étranger a passé plus loin, et c'est là ce que M. Robin a pris pour la régénération molécule à molécule du tissu résorbé. Mais ces lésions pathologiques n'ont rien, absolument rien de commun avec le phénomène que j'étudie, la pénétration des particules solides dans nos tissus.

La doctrine de la pénétration n'explique pas non plus pourquoi ce phénomène n'est pas constant, pourquoi parfois un animal nourri pendant longtemps avec des matières pulvérulentes n'en présente pas de traces; elle n'explique pas pourquoi chez les grenouilles, il a lieu si rarement qu'il y constitue presque une exception. Pourtant la pression exercée par les contractions intestinales sur les particules contenues dans l'intestin est toujours et partout la même.

La résorption des tissus placés devant ces particules n'est du reste pas si facile à comprendre qu'elle le paraît au premier abord. On se figure un corps à large surface, une balle, une collection purulente, appuyant sur une masse de tissus, sur un certain nombre de faisceaux, et on se représente ceux-ci qui disparaissent. Mais il ne s'agit pas de cela : il s'agit d'une molécule de $^1/_{1000}$ à $^1/_{100}$

de millimètre de diamètre; cette molécule appuie sur l'extrémité ou le milieu d'une, de deux, de trois fibres, d'un faisceau de fibres de tissu cellulaire ou de tissu musculaire de la vie organique; est-ce que cette extrémité ou ce milieu de cette fibre ou de ce faisceau va se résorber pour livrer passage à la molécule, les autres parties restant intactes? Et lorsque cette molécule aura traversé, cette partie de fibre ou de faisceau va-t-elle se régénérer? Ou bien toute la fibre ou tout le faisceau va-t-il disparaître devant cette molécule qui presse sur un de ces points, pour se régénérer ensuite? L'un ne se comprend pas plus que l'autre, et pourtant c'est à cela que se réduit en définitive la théorie de la pénétration; car lorsqu'il s'agit de molécules aussi ténues, il faut les considérer en présence des éléments anatomiques des tissus, avec lesquels elles se mettent en rapport et sur lesquels elles agissent.

On voit que la doctrine de la pénétration ne supporte pas un examen approfondi, et qu'une critique sérieuse la démolit complétement. Plus loin, nous verrons encore plus clairement qu'elle repose sur une fausse interprétation des faits.

CHAPITRE IV.

DE L'ABSORPTION DES CORPS GRAS, CONSIDÉRÉE DANS SES RAPPORTS AVEC LA PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES DANS LES TISSUS DES ANIMAUX.

Il est un genre d'absorption qui paraît devoir présenter de grands rapports avec le passage des particules solides dans les tissus de l'économie et dans les vaisseaux. C'est l'absorption des corps gras, qui y passent aussi sans avoir été préalablement soumis à la dissolution. Avant d'aller plus loin, il convient donc de jeter un coup d'œil sur ce phénomène, afin de bien comprendre les rapports et les différences qu'il présente avec celui que j'étudie, et de bien faire apprécier le mutuel appui qu'ils se prêtent. Nous aurons

à examiner dans ce chapitre : 1° par quel mécanisme se fait l'absorption des corps gras; 2° dans quels rapports elle peut se trouver avec le fait qui constitue le sujet de mon travail.

Lorsqu'on commença à se rendre compte des modifications subies par les matières alimentaires dans l'acte de la digestion, on crut que les matières grasses devaient être rendues solubles par la saponification. On chargea principalement de ce rôle la bile, en vertu de l'alcali qu'elle contient, et on y fit contribuer tous les sues alcalins, tels que la salive et le suc pancréatique. Mais on dut bientôt abandonner cette idée, car ces liquides sont en réalité peu alcalins, et doivent encore servir à neutraliser le suc gastrique. D'autre part, l'alcali s'y trouve à l'état de combinaison avec des acides, de sorte qu'il pourrait bien saponifier des acides gras, mais non des graisses neutres, telles que celles des substances alimentaires. L'observation microscopique vient confirmer ces données de la chimie, en nous montrant, d'une part, la graisse sous forme de gouttelettes très-ténues dans l'intestin, et d'autre part, en même temps et en quantité proportionnelle, cette même graisse sous la même forme dans les vaisseaux chylifères.

La manière dont ces gouttelettes, qui, quelle que soit leur ténuité, constituent toujours des particules insolubles, passent de la cavité intestinale dans le système vasculaire, constitue l'un des problèmes les plus difficiles de la physiologie. M. Goodsir (1) pense qu'à chaque digestion l'épithélium des villosités tombe, de sorte que les éléments du chyle pénètrent directement entre les fibres qui constituent ces villosités. Tous les observateurs qui se sont occupés de cette question se sont convaincus de l'erreur de Goodsir qui paraît avoir fait ses recherches trop longtemps après la mort de l'animal, et avoir pris un effet cadavérique pour un fait physiologique. Il est aujourd'hui bien constaté que les molécules de graisse passent de la cavité intestinale dans la cavité des cellules de l'épithélium et de là dans le tissu de la villosité. M. Böhm paraît avoir été le premier qui ait vu les gouttelettes de graisse pé-

(1) J. et H. Godsir, *Anatomical and pathological observations;* Edimbourg, 1845.

nétrer dans ces cellules (1); MM. Gruby et Delafond (2), Remak (3), E.-H. Weber (4), Frerichs (5), Kölliker (6), ont observé le même fait, vérifié depuis par tous les micrographes. La question n'est donc plus là; elle consiste aujourd'hui à rechercher par quelle voie ces gouttelettes passent pour pénétrer d'abord dans les cellules épithéliales, puis de celles-ci dans le système vasculaire.

MM. Gruby et Delafond émirent sur ce point une théorie complète, qui mérite de nous arrêter un instant.

Dans un paquet cacheté déposé à l'Académie des sciences, le 5 septembre 1842, ils s'expriment de la manière suivante (7) :

« 13° Que les cellules de l'épithélium des villosités de l'intestin » grêle prises sur des animaux étant à jeun sont transparentes, » allongées, conoïdes, et contiennent un noyau ovale, transpa- » rent, légèrement granulé vers la partie membraneuse, tandis » qu'elles montrent un bourrelet transparent, incolore, mince » vers la partie libre et élargie;

» 14° Que les cellules d'épithélium, prises sur des animaux vi- » vants pendant la chylification et aux mêmes endroits que ceux » ci-dessus indiqués, sont grandes, opaques, ont leur bourrelet » plus large, et sont remplies de molécules minces et de globules » d'un centième à un millième de millimètre de diamètre; ces » molécules sont transparentes et offrent l'aspect des globules de » graisse;

(1) *Die kranke Darmschleimhaut in der asiatischen Cholera;* Berlin, 1858, p. 43.

(2) Note contenue dans un paquet cacheté, déposé le 5 septembre 1842, *Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences;* Paris, 1843, t. XVI, p. 1199.

(3) *Diagnostische und pathogenetische Untersuchungen;* Berlin, 1845, p. 7.

(4) *Ueber den Mechanismus der Einsaugung des Speisesaftes beim Menschen und bei einigen Thieren;* dans *Müller Archiv für Physiologie;* Berlin, 1847, p. 400.

(5) *Art. Verdauung,* dans *R. Wagners Handwörterbuch der Physiologie,* t. III, p. 854.

(6) *Mikroskopische Anatomie;* Leipzig, 1852, t. III, 2me moitié, 1re section, p. 168.

(7) *Comptes rendus,* loco citato.

» 15° Que dans un chien vivant, et pendant la chylification, » la partie libre de chaque cellule de l'épithélium de l'intestin » grêle montre une cavité de grandeur variable et affectant une » forme différente, selon la quantité de matière qu'elle contient; » la même disposition se rencontre dans les cellules d'épithélium » du gros intestin du même animal ;

» 16° Que les cellules épithéliales sont en contact immédiat avec » le tissu vasculaire sanguin des villosités;

» 17° Que les villosités de l'intestin grêle, examinées sur l'animal » vivant, ont un triple mouvement, consistant, le premier, dans » un allongement, le second dans un raccourcissement, le troi- » sième dans un mouvement latéral; ce mouvement peut être » comparé à celui qu'affectent les entozoaires;

» 18° Que la circulation du sang, ralentie dans la villosité, ac- » quiert une nouvelle accélération par le mouvement des villo- » sités dont il vient d'être parlé;

» 19° Que le cours du sang dans la veine porte est dû en partie » à ce mouvement des villosités. »

MM. Gruby et Delafond complétèrent cette doctrine dans un travail fourni à l'Académie des sciences, en 1843, et dans lequel nous remarquons les passages suivants (1) :

« 4° Chaque cellule d'épithélium est pourvue d'une cavité dont » l'ouverture externe est parfois béante, et d'autres fois plus ou » moins exactement fermée. . . . . .

. . . . . .

» 9° Chaque cellule d'épithélium doit être considérée comme » un organe chargé spécialement de recevoir le chyle prove- » nant de la digestion, et de le convertir en un chyle homogène » formé d'une infinité de petites molécules tenues en suspension » dans un liquide transparent et coagulable spontanément. Ces » molécules, ce liquide sont seuls aptes à passer par l'ouverture » profonde et effilée des cellules de l'épithélium pour parvenir

(1) *Résultats des recherches faites sur l'anatomie et les fonctions des villosités intestinales, l'absorption, la préparation et la composition du chyle dans les animaux;* Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris, 1843, t. XVI, p. 1194.

» dans le vaisseau chylifère unique placé au centre de la vil-
» losité ;

» 18° Chaque cellule de l'épithélium a une quadruple fonc-
» tion :

» 1° De se remplir de chyle brut provenant de la digestion;

» 2° De diviser et d'atténuer ce chyle, et de le convertir en
» un chyle pur et homogène;

» 3° D'expulser ce liquide ainsi confectionné, et de l'engager
» dans le canal chylifère à travers le tissu vasculaire et le tissu
» fibrillaire : cet appareil nous le nommons *chylogène;*

» 4° Enfin, de s'imbiber, en outre, des substances dissoutes
» par la digestion, et de les faire parvenir dans l'appareil vas-
» culaire.

» Cette fonction des épithéliums est aidée dans son exécution
» par la contraction des parois intestinales sur les aliments et les
» villosités;

» 15° Le chyle contenu dans les cavités des épithéliums des
» villosités a tous les caractères physiques de la graisse divisée
» en globules de $\frac{1}{100}$ à $\frac{1}{1000}$ de millimètre de diamètre. Ces glo-
» bules se voient aussi bien dans les cavités des épithéliums des
» villosités des herbivores, qui ont été nourris avec des plantes
» vertes, du foin, de la farine d'orge, que dans les cavités des
» épithéliums des villosités des carnivores qui ont été alimentés
» avec de la graisse pure, de la viande crue ou cuite, du pain, de
» la fécule ou du lait;

» 16° La partie insoluble très-divisée du chyle, provenant des
» aliments digérés et purifiés par l'appareil chylogène, passe seu-
» lement dans le canal chylifère de chaque villosité. Les parties
» solubles dans l'eau sont absorbées avec une activité surpre-
» nante par les parois des cellules de l'épithélium, et parvien-
» nent dans l'appareil vasculaire sanguin; en sorte que les ma-
» tériaux formés par la digestion se divisent en trois parties :
» la première, insoluble et très-divisible, passe nécessairement
» dans les cavités de l'épithélium ou l'appareil chylogène, et est
» portée seulement dans les vaisseaux chylifères; la deuxième, ou
» les matériaux solubles dans l'eau salée, est imbibée par les

» parois des épithéliums et portée tout à la fois dans le chyle et
» dans le sang; enfin, la troisième, insoluble et peu divisible,
» ne peut jamais entrer dans la circulation, et est rejetée au
» dehors. »

Ainsi, selon MM. Gruby et Delafond, les cellules de l'épithélium intestinal sont ouvertes et béantes à leur sommet. Les globules de graisse pénètrent dans leur cavité, s'y divisent convenablement, puis en sortent par une autre ouverture que ces cellules portent à leur extrémité effilée pour passer dans le vaisseau chylifère central. Quant aux liquides et aux substances dissoutes, ils passent par les parois des cellules épithéliales dans le système veineux. Tout cela est favorisé par l'action du système musculaire des villosités, qui, en se contractant, les vide.

M. Ernst Brücke adopta en grande partie les idées de MM. Gruby et Delafond. Il croit aussi que les cellules de l'épithélium intestinal sont ouvertes à leur sommet. Il avoue n'avoir jamais vu cette ouverture, mais elle *doit exister* pour laisser passer les gouttelettes de graisse (1) qui pénètrent dans les cellules. Celles-ci sont remplies par une substance muqueuse et mollasse dont la limite supérieure donne à cette partie l'apparence d'un couvercle, d'un opercule.

M. Brücke croit les ouvertures indispensables pour laisser passer les gouttelettes de graisse qui ne sont pas susceptibles d'une division indéfinie, parce que leur cohésion devient d'autant plus prononcée qu'elles constituent des sphères plus petites.

Ceci est vrai; une gouttelette de mercure ou de graisse est d'autant plus difficile à diviser qu'elle est plus petite, et le rapport est en raison inverse du carré des rayons, la cohésion, le rapprochement des molécules étant, comme l'attraction, dans le même rapport. Mais la difficulté de la division ne constitue pas son impossibilité, et M. Brücke lui-même dit qu'elle peut aller tellement loin qu'on n'aperçoive plus que de petits points, ou même qu'on ne

(1) *Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus*, dans *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften;* Vienne, 1854, t. VI, p. 105.

les distingue plus, et qu'il ne reste qu'un liquide trouble. Pourquoi donc admettre des ouvertures béantes aux cellules épithéliales?

Il ajoute que la membrane cellulaire, qui mesure au plus 0,0002 de millim. et moins encore, devrait, pour laisser passer ces molécules, être percée de trous plus larges qu'elle n'est épaisse, de sorte que ce ne serait plus une membrane, mais une espèce de réseau ou de crible. Encore une fois, je ne vois là rien d'absurde; nous savons que tous les corps sont poreux; avec des instruments plus forts que nos microscopes actuels, il est bien possible qu'on trouverait leurs pores et qu'on les verrait, en effet, criblés de trous. On ne comprend pas, du reste, comment les cellules étant ouvertes et béantes à leur extrémité, le mucus qui les remplit et le noyau qu'il renferme ne s'en échapperaient pas. L'absorption est favorisée par la contraction des villosités, observée par MM. Gruby, Delafond, Lacauchie et Brücke; elle l'est par la rapidité de la circulation, elle l'est enfin par la contraction des fibres musculaires de l'intestin et par celles des muscles abdominaux. M. Brücke invoque à l'appui de ses idées le passage des molécules solides dans le torrent de la circulation. Il doit donc admettre que ces molécules pénètrent dans nos tissus par l'intermédiaire des cavités de l'épithélium des villosités, exactement de la même manière que la graisse (1).

MM. Marfels et Moleschott admirent pleinement ces idées de M. Brücke : ils les acceptèrent tellement qu'ils crurent voir des globules de sang de mouton et des granules de pigment dans les cellules épithéliales de grenouilles nourries avec ces substances (2). MM. Marfels et Moleschott ont vu là ce qui n'existe pas; bien souvent j'ai examiné des intestins d'animaux nourris de diverses matières colorantes, et tandis que l'intestin était plein de particules de très-petites dimensions, les cellules de l'épithélium n'en contenaient aucunement; aussi ces auteurs sont-ils restés seuls de leur avis.

(1) *Opere citato*, p. 104.

(2) *Loco citato.*

M. Brücke n'a jamais vu ce fait, et M. Von Wittich, qui est partisan de ses doctrines, a essayé en vain de le reproduire (1).

Voici, du reste, une observation qui m'a montré en quoi probablement leur erreur avait consisté.

Expérience XXXIII. — Je fis à une grenouille, pendant deux jours, trois injections œsophagiennes par jour avec du sang de cheval défibriné. Cette grenouille ayant été soumise à l'examen, le sang ni aucun organe ne renfermait de globules de sang de cheval. Dans le tube digestif, on les retrouvait jusque près du gros intestin. L'épithélium était intact; par places, il présentait une coloration rougeâtre due à ce que la matière colorante du sang à l'état de dissolution avait infiltré les cavités de ses cellules. Les noyaux de celles-ci offraient par places une coloration rouge dépendant de la même cause, et leurs dimensions étant à peu près les mêmes que celles des globules du sang de cheval, on aurait pu, d'après un examen superficiel, les confondre avec ceux-ci. Leur aspect granulé, en tout semblable à celui des noyaux non colorés, les en faisait distinguer, ainsi que leur résistance à l'action des acides végétaux dilués. Indépendamment de ces noyaux normaux, il y en avait qui semblaient hypertrophiés, ayant jusqu'à 0,0245 millimètres de diamètre, et un aspect granuleux et comme framboisé. Ceux-ci, lorsqu'ils étaient infiltrés de matière colorante, auraient pu être pris pour des amas de globules de sang de cheval plus ou moins déformés. J'ai retrouvé ces mêmes noyaux hypertrophiés dans l'épithélium d'une grenouille qui n'avait reçu aucune alimentation spéciale; il s'entend que là ils ne présentaient aucune coloration.

Je pense que l'expérience précédente nous fournit la clef des cas où MM. Marfels et Moleschott ont cru voir des globules de sang de mouton dans les cellules épithéliales des grenouilles. Dans tous les cas, il y a bien évidemment erreur de leur part, comme il y en a non moins évidemment dans leur appréciation du nombre de ces globules qui pourraient pénétrer dans le système sanguin de la gre-

(1) *Beiträge zur Frage über Fettresorption* dans *Virchows Archiv fur pathologische Anatomie und Physiologie ;* 1857, t. XI, p. 44.

nouille. Ces auteurs, en admettant le passage des particules solides dans les cavités des cellules de l'épithélium, n'ont pas réfléchi que cela ne les avançait en rien. En effet, une fois parvenues là, que deviendraient ces particules? Comment franchiraient-elles l'extrémité interne de la cellule, qui est effilée, et qui peut sans doute admettre des granules de graisses arrivés au dernier degré de division, mais non des particules de dimensions relativement assez considérables?

Cependant MM. Kölliker (1), Funke (2), Bruch (3) reconnurent parfaitement que ces cellules étaient fermées par une membrane à leur face externe. Cette membrane présente même une épaisseur assez considérable qui lui donne l'aspect d'une membrane à doubles contours. Cet aspect a d'abord été attribué par M. Kölliker à l'action de l'eau et des liquides analogues qui, écartant le contenu muqueux de la cellule de son couvercle, feraient apparaître celui-ci avec de doubles contours. M. Donders le premier reconnut que cet aspect appartient bien réellement au couvercle lui-même, qui présente une épaisseur assez considérable, bien supérieure à celle des autres parois de la cellule (4), et cette donnée fut confirmée par M. Kölliker (5). Celui-ci trouva de plus que ce couvercle présentait parfois des stries très-ténues, longitudinales, dirigées selon l'axe de la cellule. Il les considère comme des pores qui le traversent. Pour démontrer ces pores, il conseille d'employer une solution de phosphate de soude, ou de chlorure de sodium, ou de sucre, ou du blanc d'œuf, ou bien de ne pas procéder à l'exploration de suite après la mort; on les rend ensuite plus visibles en-

(1) *Mikroskopische Anatomie*, t. II, 2me partie, 1re liv. p. 166.

(2) *Atlas der physiologischen Chemie*, pl. VIII. — *Beiträge zur Physiologie der Verdauung*, dans *Von Siebolds und Köllikers Zeitschrift;* 1856, t. VI, p. 310.

(3) Bruch, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut*, dans *Von Siebold und Köllikers Zeitschrift;* 1854, t. IV, p. 283.

(4) *Bijdrage tot den fijneren bouw en de verrigting der dunne darmen*, dans *Nederlandsch Lancet;* la Haye, 3me série, t. II, p. 548, 1852-1853.

(5) *Nachweis eines besonderen Baues der Cylinderzellen des Dünndarms*, dans *Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft;* Würzbourg, 1855, t. VI, p. 255.

core en ajoutant de l'eau. Parfois le contour supérieur paraît crénelé, comme festonné et chaque enfoncement répond à une strie. M. Funke vérifia cette observation (1). Plus tard, M. Herman Welker démontra par la considération de leurs propriétés optiques, que c'étaient bien réellement des pores (2), MM. Brettauer et Steinach virent la base des cellules épithéliales formées de bâtonnets verticaux juxtaposés, pouvant s'écarter les uns des autres (3). Les stries de M. Kölliker ne sont que les intervalles entre ces bâtonnets; ce sont donc réellement des pores, mais des pores dont la partie supérieure peut s'élargir, lorsque les bâtonnets divergent par leur partie libre; voilà les voies par lesquelles la graisse pénètre dans les cellules. Ces bâtonnets tiennent intimement à la masse muqueuse demi-fluide qui constitue le contenu des cellules; de sorte que celle-ci peut sortir en entraînant avec elle le couvercle de la base, et laissant le cylindre membraneux vide.

Voici ce que mes observations particulières m'ont appris sur ce point si délicat de fine anatomie. J'ai examiné des épithéliums tout frais, de suite après la mort de l'animal, et d'autres plus ou moins longtemps après. Je les ai traités par l'eau, par des solutions de chlorure de sodium, de nitrate de potasse, de chromate de potasse, par les acides acétique et oxalique; j'ai fait macérer des morceaux d'intestin dans des solutions concentrées de chromate de potasse, et dans une solution d'acide chromique, à la dose de cinq centigrammes pour 30 grammes d'eau distillée.

Tous ces modes de préparation m'ont fourni des résultats identiques, que par conséquent je dois croire conformes à la vérité. J'ai constamment vu les cellules présentant une forme, non pas cylindrique, comme on le dit généralement, mais irrégulièrement conoïdale; elles sont composées d'un corps cylindrique contenant le noyau, s'amincissant au-dessous de celui-ci en un prolonge-

(1) *Beiträge zur Physiologie der Verdauung*, dans *Von Siebolds und Kölliker's Zeitschrift.*

(2) *Mikroskopische Beobachtungen*, dans *Henles und Pfeuffers Zeitschrift für rationelle Medizin;* 1858, t. VIII.

(3) Dans *Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften :* Vienne, 1857, t. XIII, p. 303.

ment filiforme variable en longueur aussi bien qu'en épaisseur.

Elles sont pourvues à leur face externe d'une paroi bien distincte. Ceci devient surtout évident chez les animaux qu'on a nourris peu de temps avant la mort avec des substances pulvérulentes à un état de très-grande division, telles que l'encre, le noir animal, le noir de fumée; on voit alors, comme je l'ai dit dans la relation de mes expériences, ces substances appliquées contre la base des cellules de l'épithélium, et suivant très-exactement leurs contours sans jamais y pénétrer.

Cependant les particules qui se trouvent là n'ont souvent que 0,0035 à 0,002 millimètres de diamètre, et devraient, par conséquent, pénétrer facilement dans les cellules si un obstacle solide ne les arrêtait. Ce fait seul suffit pour établir l'existence réelle d'une paroi cellulaire propre à cet endroit.

Je dirai encore que parfois, en ajoutant de l'eau à la préparation fraîche, on voit cette paroi se séparer du contenu cellulaire et bomber en prenant à peu près la forme d'un verre de montre. D'autres fois, la cellule s'amincit, se racornit en quelque sorte; elle devient plus étroite, elle paraît avoir perdu son contenu en tout ou en partie, la base seule conserve sa largeur et sa forme. Cela n'indique-t-il pas non-seulement qu'il y a là une paroi propre, mais même qu'elle est plus épaisse et plus résistante que toutes les autres parties de la cellule?

M. Von Wittich, le dernier partisan des idées de M. Brücke, rejette encore cette paroi, ce couvercle de la cellule, et cela pour les motifs suivants (1) : 1° on voit souvent des cellules sans couvercles; 2° on voit aussi des couvercles sans cellules; 3° les couvercles forment une ligne non interrompue, un tout continu sans démarcations correspondantes aux cellules; 4° ils peuvent se détacher sans cesser de présenter le même aspect de ligne non interrompue; 5° on voit parfois les cellules diverger et se séparer par leur pointe et leur corps, et rester assemblées uniquement par leurs soi-disant couvercles.

(1) *Beiträge zur Frage über Fettresorption*, dans *Virchows Archiv fur pathologische Anatomie und Physiologie;* 1857, t. XI, p. 40.

Par quoi donc sont constitués ceux-ci? Ils se forment après la mort, sans doute par une modification de la substance muqueuse qui pendant la vie remplit la cellule et en délimite la base. Je commence par dire que tous les faits avancés par M. Von Wittich sont exacts et que je les ai maintes fois vérifiés; mais ces faits ne conduisent nullement à la conclusion qu'il en tire. Si l'on voit des cellules sans couvercles et des couvercles sans cellules, cela n'est ni plus extraordinaire, ni plus significatif que lorsqu'on trouve des débris de cellules quelconques, des déchirures de cellules. Du reste, ce sont là des faits exceptionnels : presque toutes les cellules que j'ai observées étaient complétement fermées de toutes parts. Les couvercles tiennent sans doute ensemble d'une manière plus solide que toutes les autres parties des parois cellulaires; mais cela ne suffit pas pour prouver qu'ils n'ont pas une existence indépendante. Cela n'est pas prouvé davantage par ce fait, qu'ils peuvent se détacher des cellules sans s'abandonner les uns les autres et former ainsi une sorte de couche distincte; ce fait prouve uniquement que les parois de la base de plusieurs cellules peuvent se détacher simultanément de ces cellules sans cesser de rester accolées ensemble. La ligne non interrompue formée par ces couvercles n'existe peut-être jamais dans toute sa rigueur; généralement cette ligne est formée de festons séparés par de légers enfoncements qui répondent à la séparation des cellules; parfois même on voit une strie indiquant cette séparation. Du reste les faits indiqués par M. Von Wittich, tout en étant réels, ne sont que des exceptions; la règle, c'est que, quand des cellules se séparent soit par dilacération, soit par compression, leurs couvercles les accompagnent; et ils se séparent de leurs congénères selon une ligne nette correspondant toujours exactement à l'interstice intercellulaire. Les cellules épithéliales de l'intestin sont donc réellement délimitées de toutes parts, à leur base ou face externe aussi bien qu'ailleurs, par une paroi membraneuse.

Cette paroi n'est pas excessivement mince; elle présente une épaisseur qui permet de la soumettre à la mensuration. Chez l'homme, chez le lapin, chez le chat elle a en général 0,001 millimètre d'épaisseur; par l'addition d'eau elle atteint 0,0015 milli-

mètres. Chez le chien elle a 0,0018 à 0,002 millimètres. Chez la poule et le moineau elle a 0,0012 à 0,0015. Chez les grenouilles et les poissons elle a 0,0018 à 0,002 millimètres. Elle est susceptible de se rompre; elle peut aussi se soulever par l'action des liquides sous forme de verre de montre. A des grossissements de 400 à 800 diamètres, on aperçoit souvent les stries décrites par M. Kölliker. En 1854, j'avais déjà aperçu ces stries sur les cellules épithéliales de l'intestin des cholériques, mais sans pouvoir m'expliquer d'une manière satisfaisante leur signification; relativement à celle-ci, l'opinion de M. Kölliker me paraît incontestable. Si on tâche de voir les cellules de champ, c'est-à-dire par le haut, de façon à voir à plat leur base ou paroi externe, on s'aperçoit que celle-ci est couverte de ponctuations, comme si elle était criblée de petits trous. Ces ponctuations répondent sans doute aux stries, et constituent les orifices des pores par lesquels passe la graisse. MM. Brücke et Von Wittich, qui ne veulent pas admettre cette paroi, ce couvercle, devraient bien expliquer d'où vient cette apparence de membrane à double contour qui suit partout la cellule épithéliale, et qui arrête devant sa cavité les molécules solides. Est-ce que du mucus concrété ou modifié d'une façon quelconque pourrait produire ces effets, présenter cet aspect?

Quant aux colonnettes ou bâtonnets de MM. Brettauer et Steinach, j'avoue ne les avoir jamais vus; j'avoue même en concevoir difficilement l'existence, car par où ces bâtonnets se continueraient-ils avec le restant de la paroi cellulaire? Je ne le comprends pas. M. Heidenhain, qui a répété les expériences de ces auteurs, a vu les bâtonnets dans des intestins de grenouille, mais seulement dans des cas rares (1). Pourquoi ne les a-t-il pas rencontrés chaque fois, comme chaque fois on rencontre la paroi externe à double contour? C'est que sans doute ils ne sont pas constants, mais constituent une production exceptionnelle. Les cellules épithéliales de l'intestin ressemblent à celles de la trachée et des bronches; seulement celles-ci portent l'élément vibra-

(1) *Die Absorptionswege des Fettes*, dans *J. Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen;* Francfort, 1858, t. IV, p. 255.

tile, qui forme à leur surface une couronne de cils. On peut donc concevoir que, dans certains cas, des cils semblables tendent à se former sur les cellules de l'épithélium intestinal et lui donnent l'aspect décrit par MM. Brettauer et Steinach. Peut-être la formation des pores n'est-elle que le premier degré de la formation des cils vibratiles, et y a-t-il dans certains cas transition par formation de bâtonnets susceptibles d'écartement. Ce qui me le ferait croire, c'est que M. Kölliker, qui a examiné cet épithélium avec tant de soin, n'a jamais rien vu de semblable; c'est que M. Heidenhain qui croit à leur existence, n'a pu voir les bâtonnets que dans des cas exceptionnels; c'est que moi-même je les ai longtemps cherchés sans jamais parvenir à les constater.

Du reste, au fond, l'existence de ces bâtonnets est chose assez indifférente. Tout ce que nous savons c'est : 1° que les gouttelettes graisseuses passent dans la cavité des cellules de l'épithélium; 2° que celles-ci sont closes de toutes parts; 3° que leur paroi externe est criblée de trous par lesquels les gouttelettes pénètrent. J'ajouterai à ces faits, que d'après mes observations, la graisse, pour passer ainsi dans les cellules épithéliales, doit être réduite en gouttelettes d'une extrême ténuité : les gouttelettes ont chez les mammifères au plus 0,001 millimètre de diamètre; chez les grenouilles elles ont jusqu'à 0,002 millimètres. MM. Kölliker (1) et Brucke ont avancé que des gouttelettes assez volumineuses pourraient être absorbées; MM. Gruby et Delafond ont dit qu'elles pourraient avoir jusqu'à 0,01 millimètres. Ce sont des erreurs provenant de ce que les gouttelettes élémentaires se réunissent souvent dans le tissu des villosités ou dans les vaisseaux chylifères, pour former des gouttelettes plus grosses.

Il résulte de tout ceci que les particules solides, qui ont souvent 0,0035 à 0,01 millimètre de diamètre, quelquefois davantage, ne peuvent pas pénétrer dans les cellules épithéliales. L'observation m'a démontré que jamais elles n'y pénètrent. Voilà donc une différence radicale entre le passage normal et nécessaire de la

(1) *Mikroskopische Anatomie*, loco citato.

graisse dans l'organisme, et le passage toujours éventuel, j'oserais dire anormal, des particules solides. Cette différence, c'est que la graisse pénètre en traversant les cellules, tandis que ces particules doivent nécessairement passer par une autre voie. Nous verrons dans le chapitre suivant quelle est celle-ci.

Pour le moment, suivons les gouttelettes graisseuses que nous avons abandonnées dans les cellules de l'épithélium; cette considération ne sera pas sans utilité pour la question que j'étudie, et en même temps celle-ci ne sera peut-être pas sans fournir des données utiles à la doctrine de l'absorption des corps gras.

Les cellules épithéliales se terminent par une queue effilée de 0,001 à 0,0018 mill. de diamètre, pouvant atteindre chez la grenouille jusqu'à 0,0022. Les gouttelettes de graisse passent dans ce tube effilé, et de là généralement dans le vaisseau chylifère central. Deux cas peuvent ici se présenter : ou bien l'extrémité effilée de la cellule est percée à son bout, et la gouttelette passe dans le parenchyme de la villosité, ou bien, elle se continue, formant un canal qui va s'aboucher dans la cavité du chylifère central. La première hypothèse est généralement adoptée. Mais tout récemment M. Heidenhain (1) a cru voir les queues effilées des cellules épithéliales se continuer avec un système de canaux, offrant de place en place des renflements fusiformes, qui renferment parfois un noyau. Il a reconnu cette disposition dans l'intestin de grenouille conservé dans l'acide pyroligneux additionné d'une ou deux parties d'eau, ou dans une solution d'acide chromique, ou dans une solution concentrée de chromate de potasse. Chez les mammifères, la démonstration de ce fait est beaucoup plus difficile; cependant, dans un cas, M. Heidenhain a vu chez le lapin des cellules étoilées à prolongements multiples, comme les corpuscules du tissu cellulaire de M. Virchow. M. Heidenhain suppose que le système découvert par lui appartient à ces corpuscules qui, selon MM. Leydig et Virchow, constitueraient l'origine première des vaisseaux lymphatiques, et en particulier du chylifère central de la villosité. Le plus grand défaut de toutes ces

(1) *Opere citat.*, p. 257.

explications, c'est d'être hypothétiques; expérimentons et ne demandons pas au delà de ce que l'expérience peut nous donner : telle est la meilleure façon de procéder. La théorie de M. Virchow est sans doute ingénieuse et séduisante; mais cela suffit-il pour l'adopter? On n'a jamais vu les canalicules des corpuscules du tissu cellulaire aboutir aux cavités lymphatiques, et M. Heidenhain n'a pas vu davantage ses canaux arriver au chylifère central. Nous ne pouvons donc admettre ces assertions comme des faits démontrés, ni les considérer autrement que comme de simples vues de l'esprit, non justifiées par l'observation. J'ai souvent cherché à trouver les apparences décrites par M. Heidenhain, mais sans pouvoir y parvenir. Il m'est arrivé de rencontrer sous l'épithélium des villosités, sur des pièces qui avaient macéré dans des solutions de chromate de potasse ou d'acide chromique, des corps fusiformes dont le renflement contenait un noyau. Le renflement avait en moyenne 0,005 millimètres de diamètre, et la partie amincie 0,002. Plusieurs de ces corps n'étaient évidemment que des fibres musculaires de la vie organique à milieu plus rempli et plus globuleux que de coutume; mais d'autres m'ont paru ne pas se rattacher à ce type; deux ou trois fois, entre autres, j'ai vu une production filiforme offrant le long de son trajet deux et même trois renflements. J'ai retrouvé les mêmes corps sous l'épithélium vibratile du larynx, de la trachée et des bronches : sans me prononcer sur leur nature, je ne puis donc y voir un appareil destiné à l'absorption de la graisse. Ces corps ont été déjà constatés dans le larynx et sur la langue des grenouilles, par M. Billroth, dont je suis loin, du reste, de partager les vues (1), et qui les fait se continuer d'une part avec les cellules de l'épithélium vibratile, d'autre part avec les fibres du tissu cellulaire, avec les fibres musculaires lisses, et même avec les canalicules nerveux. Je ne suis jamais parvenu à voir entre ces corps et les extrémités effilées des cellules épithéliales un rapport de continuité, pas plus qu'entre ces dernières et les fibres musculaires de la vie organique, mais seulement par-

(1) *Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge*, dans *Müller Archiv für Physiologie*; 1858, p. 75.

fois un rapport de juxtaposition. M. Heidenhain dit qu'en examinant les cellules épithéliales, on voit à leur terminaison et à leur inégale longueur qu'il leur manque quelque chose, un prolongement quelconque. J'ai, au contraire, toujours vu ces cellules se terminer en pointe effilée, et quant à leurs dimensions, elles ne présentent pas cette inégalité relevée par M. Heindenhain. Ainsi, chez la grenouille, leur longueur totale est de 0,072 à 0,081 millimètres; leur corps renflé a en moyenne 0,045, et leur appendice effilé 0,036. La largeur moyenne de ces cellules est de 0,009 à 0,014, et la largeur de leurs appendices est de 0,002 millimètres. Chez le lapin, la longueur des cellules est de 0,03 à 0,04, et leur largeur de 0,005 à 0,006 millimètres; chez le chien, elles ont 0,045 à 0,054 millimètres de longueur et 0,007 à 0,0075 de largeur; leur extrémité effilée présente 0,001 à 0,002 millimètres de diamètre. Il y a là non pas de l'irrégularité, mais, au contraire, une grande régularité. Si, du reste, les cellules épithéliales se prolongeaient dans le parenchyme des villosités, elles adhéreraient à celui-ci, elles s'en détacheraient avec une certaine difficulté. Or, il suffit que la vie ait cessé depuis quelques heures pour qu'elles se détachent spontanément.

Le tissu même des villosités n'est pas composé par des prolongements semblables à ceux décrits par M. Heidenhain, comme cela devrait être si chaque cellule épithéliale en portait un. Immédiatement au-dessous de la couche épithéliale se trouve un riche réseau capillaire sanguin chargé principalement de l'absorption des liquides, puis des corpuscules arrondis qui ont été pris par M. E.-H. Weber pour des cellules spéciales destinées à appeler à elles la graisse et à la transmettre dans les couches profondes. Ces corpuscules, qui ont en moyenne 0,005 à 0,01 millimètre de diamètre, sont constitués les uns par des gouttelettes de graisse, les autres par des noyaux de cellules. Je regarde ceux-ci avec M. Donders comme constituant des éléments destinés à la reproduction des cellules épithéliales, comme leur servant en quelque sorte de matrice ou de réseau de Malpighi. En effet, souvent des cellules épithéliales se détachent; dans certaines maladies, comme l'entérite aiguë, la dyssenterie, le choléra, la desquamation se fait

en grand, sur une large surface, et même dans toute l'étendue de l'intestin; et pourtant la muqueuse ne reste pas longtemps dans cet état, la régénération a lieu immédiatement avec une grande rapidité. Il doit donc y avoir ici, comme à la peau, des parties au moyen desquelles cette régénération s'opère.

Au-dessous de ces parties, on trouve le parenchyme de la villosité, constitué par des fibres musculaires de la vie organique, plus grêles et moins distinctes que celles de la tunique musculeuse, et par quelques fibrilles de tissu cellulaire. Les fibres musculaires ont été constatées en premier lieu par M. Brücke (1) et par M. Kölliker (2), puis par M. R. Wagner (3). Elles partent de la couche musculaire de la muqueuse indiquée d'abord par M. Middeldorpf (4) et décrite par M. Kölliker (5). La contraction des villosités avait été constatée déjà, comme on l'a vu, par Lacauchie et par MM. Gruby et Delafond. Cette contraction est un fait tellement évident, tellement frappant, tellement constant, lorsqu'on examine l'intestin de suite après la mort de l'animal, que je ne comprends pas comment elle a pu passer si longtemps inaperçue. Les villosités examinées dans ces conditions présentent des plis, des rides qui les font assez bien ressembler à un intestin côlon muni de ses bosselures.

Au centre de la villosité se trouve la cavité lymphatique centrale, que j'ai observée chez l'homme, chez le lapin, chez la souris et chez le poulet. Chez l'homme, cette cavité a 0,02 à 0,06 millimètres de diamètre; elle est légèrement renflée à son extrémité. M. Kölliker lui attribue des parois propres caractérisées par des noyaux allongés; je ne suis jamais parvenu à constater ces parois,

(1) *Ueber ein in der Darmschleimhaut aufgefundenes Muskelsystem; Sitzungs-Berichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen-Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften;* Vienne, 1857. *Das Muskelsystem der Schleimhaut des Magens und Darmkanals; Zeitschrift der Wiener Aertzte;* Vienne, 1851, p. 286.

(2) *Zusatz zu der Bemerkung über das Vorkommen von glatten Muskelfasern in Scheimhäüten;* dans *von Siebolds ünd Köllikers Zeitschrift;* 1851, t. III, p. 233.

(3) *Icones physiologicae;* Leipsig, 1852, pl. VIII.

(4) *De glandulis Brunnianis;* Varsovie, 1846, p. 8.

(5) *Lehrbuch der Anatomie des Menschen;* Vienne, 1847, p. 454.

dont M. Brücke nie l'existence. J'ai vu cette cavité communiquer avec le réseau lymphatique sous-muqueux. Je puis affirmer positivement qu'elle n'envoie aucune ramification dans le tissu de la villosité, qu'il n'y a là aucun réseau lymphatique. Ceux qui ont cru en voir un, ont pris pour tel, soit des vaisseaux sanguins, soit des rangées de gouttelettes de graisse, soit même des interstices de cellules épithéliales, qui, vus de face, offrent quelquefois l'apparence de lignes qui s'anastomosent. Ainsi MM. Valentin et Remak, qui ont vu une anse vasculaire entourant la villosité, ont sans doute pris pour un chylifère le vaisseau sanguin qui présente en effet cette disposition. MM. Krause, E.-H. Weber, Nuhn, Funke, ont pris pour un réseau la figure plus ou moins irrégulière produite par la présence des gouttelettes de graisse dans le parenchyme des villosités : cela ressort évidemment de l'inspection des figures qu'ils en ont données. M. Hyrtl a cru devoir adopter ces réseaux, parce que, dit-il, chez les reptiles, où il n'y a pas de valvules, il a pu les injecter des troncs vers les extrémités. Cette analogie tombe en présence de ce fait, que les reptiles n'ont pas de villosités intestinales (1).

Lorsqu'on examine les villosités pendant l'absorption de la graisse, on les trouve infiltrées irrégulièrement de gouttelettes adipeuses, formant tantôt des amas informes, tantôt des lignes interrompues qui ont pu, comme je viens de le dire, donner à quelques auteurs l'idée d'un réseau lymphatique; jamais on n'y voit des séries linéaires comme cela serait si la disposition décrite par M. Heidenhain existait, et comme on en voit dans la partie profonde de la couche épithéliale. Leur volume n'a souvent plus la même uniformité ni la même exiguïté que dans les cellules épithéliales; on en trouve qui ont 0,003, 005 et jusqu'à 0,01 millimètre

(1) Hollander (*Quaestiones de corpusculorum solidorum transitu;* Dorpat, 1856, p. 50) parle même des villosités qui parsèment la muqueuse intestinale de la grenouille. Il a évidemment pris pour des villosités les plis ou ondulations qu'on y voit presque constamment, et qui sont le résultat de la contraction musculaire. On croirait, en effet, voir quelquefois des villosités; mais un examen approfondi prouve que la structure de ces dernières n'y est pas, et que ce sont uniquement des ondulations de la muqueuse.

de diamètre et même au delà; cependant je me hâte d'ajouter que ce n'est pas le plus grand nombre. Il est évident que les gouttelettes plus volumineuses résultent de la réunion de gouttelettes plus petites. Elles sont éparses entre les fibres de la villosité, et de là, elles pénètrent directement dans la cavité centrale. La pénétration de la graisse dans les cellules épithéliales a lieu sous une triple influence : 1° celle de la pression exercée par la contraction de l'intestin, contraction très-énergique, assez énergique pour vider complétement le tube intestinal; 2° celle de la force attractive produite par le relâchement des fibres musculaires des villosités; cette force, signalée en premier lieu par M. Brücke (1), est déterminée par l'expansion due à l'impulsion du sang contenu dans le système vasculaire; et 3° celle du courant endosmotique du liquide dans lequel les gouttelettes sont suspendues. L'action de cette dernière influence est démontrée par ce fait, que les liquides alcalins, et surtout la bile, activent l'absorption, fait constaté par MM. Bidder, Schmidt et Lenz (2).

M. Von Wistinghausen a reconnu du reste que cette action s'exerce aussi sur la membrane d'un endosmomètre (3), ce qui prouve qu'il ne s'agit pas ici d'un acte mystérieux quelconque se rapportant à une *attraction vitale*, mais d'un acte physique réalisable à volonté. Ces mêmes influences font cheminer la graisse à travers les cellules épithéliales, jusque dans le parenchyme des villosités. Ici vient s'y joindre l'action contractile des fibres musculaires lisses, qui tend à les pousser plus loin, jusque dans la cavité centrale, d'où la même contraction les expulse dans le réseau lymphatique sous-muqueux. Tel est l'exposé du mécanisme de l'absorption de la graisse dans l'intestin, tel qu'il résulte des données actuel-

(1) *Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften;* Vienne, 1854, p. 111.

(2) Lenz, *De adipis concoctione et absorptione dissertatio inauguralis.* Dorpat, 1850, p. 200. — Bidder und Schmidt, *Die Verdauungssäffte und der Stoffwechsel;* Mittau und Leipzig, 1852, p. 231.

(3) Von Wistingshausen, *Experimenta quaedam endosmotica de bilis absorptione adipum neutralium partibus. Dissertatio inauguralis;* Dorpat, 1851, p. 51.

lement acquises par la science et de mes propres observations.

Ce n'est pas seulement dans les vaisseaux lymphatiques que passent les gouttelettes de graisse, c'est aussi, quoiqu'en moindre quantité, dans les veines. Les anciens, Swammerdam, Haller, avaient déjà noté qu'on rencontrait parfois dans le sang des veines mésentériques des stries de chyle blanc. Nous savons que cette coloration est due à la présence de la graisse. MM. Bouchardat et Sandras ont retrouvé dans la bile les matières grasses qu'ils avaient fait digérer aux animaux (1). M. Lehmann a trouvé que le sang de la veine porte d'animaux jeunes et bien nourris était riche en globules de graisse et contenait bien plus de matières grasses que celui des autres parties du corps (2). M. Bruch rapporte que chez de jeunes chiens et chats à la mamelle, on trouve quelquefois dans les veines mésentériques un sang blanchâtre, comme s'il charriait du lait; en examinant ce sang au microscope, on y reconnaît des globules de graisse semblables à ceux du lait, et formant même encore des amas (3). On les rend plus apparents par l'addition d'eau, qui fait pâlir les globules sanguins, et plus encore par l'addition d'acide acétique. M. Kölliker a vu aussi chez deux jeunes chats à la mamelle les veines du mésentère charriant de nombreux globules de graisse (4). Il résulte de ces faits que, si la majeure partie de la graisse passe dans le système lymphatique, il en pénètre aussi en quantité notable dans le système veineux. Si donc on admettait la manière de voir de M. Heidenhain, on devrait supposer que les prolongements des cellules épithéliales n'aboutissent pas seulement au lymphatique central de la villosité, mais aussi au réseau capillaire sanguin. M. Kölliker a trouvé que les gouttelettes de graisse pénétraient aussi dans les follicules clos de Peyer; il faudra donc admettre bientôt aussi des prolongements

(1) *Annuaire de thérapeutique;* Paris, 1843, p. 289.

(2) *Lehrbuch der physiologischen Chemie;* Leipzig, 1851, t. III, p. 111.

(3) *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut,* dans *Von Siebold und Köllikers Zeitschrift,* t. IV, p. 292.

(4) Kölliker, *Einige Bemerkungen über die Resorption des Fettes im Darme,* dans *Verhandlungen der physicalisch-medicinischen Gesellschaft;* Würzbourg, 1856, t. VII, p. 178.

de cellules épithéliales se rendant dans ces follicules. Où s'arrêterait-on en suivant cette voie?

La graisse n'est d'ailleurs pas absorbée uniquement dans l'intestin, elle l'est partout dans l'organisme dès que son état de division est suffisant. J'ai injecté dans le péritoine, dans la plèvre, dans les bronches, dans le tissu cellulaire, du lait, une émulsion d'huile d'amande douce, et j'ai vu ces substances disparaître, plus lentement sans doute que dans le tube digestif. J'ai vu à la suite les cellules épithéliales des séreuses et des vésicules pulmonaires renfermant des gouttelettes de graisse de 0,0005 à 0,001 millimètre, tandis qu'elles n'en renferment pas à l'état normal. Ceci prouve que la porosité naturelle invisible des cellules épithéliales suffit pour permettre le passage de ces gouttelettes. Ce qui le démontre encore, c'est que les huiles grasses données en abondance à des animaux ou injectées directement dans leur sang vont se déposer entre autres dans les cellules de foie, qui doivent par conséquent être perméables pour ces corps. C'est à ce fait remarquable, observé en premier lieu par MM. Gluge et Thiernesse (1), que se rattache un autre fait signalé tout récemment par M. Kölliker. Ce micrographe a constaté que l'état gras du foie, avec infiltration graisseuse des cellules hépatiques, constitue l'état normal chez les jeunes animaux à la mamelle (2). Il a constaté aussi que cet état n'existe pas chez les animaux qui ne tettent pas ou qui sont mal nourris. Je dis que ce fait si difficile à interpréter, à rattacher à sa véritable catégorie trouve son explication toute naturelle dans les expériences de MM. Gluge et Thiernesse.

En effet, qu'est le lait, sinon une émulsion de graisse dans un liquide protéinique? Un animal qui s'en nourrit exclusivement se trouve donc, jusqu'à un certain point, dans des conditions analogues à celles où se trouve celui qu'on nourrit avec de l'huile. Voilà pourquoi le foie n'est pas gras lorsque l'alimentation est

(1) *Recherches expérimentales relatives à l'action des huiles grasses sur l'économie animale;* BULLETINS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE MÉDECINE DE BELGIQUE, 1844, t. III, p. 811.

(2) Kölliker, *Einige Bemerkungen über die Resorption des Fettes im Darme*, dans *Verhandlungen, etc*, p. 180. Voir la note à la fin du Mémoire.

insuffisante, lorsqu'elle n'est pas constituée par le lait, et chez les animaux nouveau-nés.

L'infiltration et l'absorption graisseuses dans ces conditions démontrent qu'il n'est pas nécessaire d'invoquer dans l'intestin des appendices spéciaux des cellules épithéliales pour les expliquer; ce serait même une superfétation, puisque toute paroi cellulaire est perméable pour la graisse suffisamment divisée.

J'ajouterai encore ici que, si l'on voit les pores dans la base des cellules de l'épithélium intestinal, c'est grâce à son épaisseur. Des pores de même dimension, percés dans une paroi cellulaire simple, ne pourraient pas être aperçus, vu qu'ils ne constitueraient que des points, et que c'est grâce à leur étendue en longueur qu'on peut les voir sous forme de lignes. Ces mêmes pores peuvent donc exister dans toutes les membranes cellulaires, et il est même probable qu'ils existent, sans que nos instruments d'optique nous permettent d'en constater la présence.

La pénétration des gouttelettes graisseuses dans les cellules ne présente donc rien de contraire ni à la raison ni à l'observation.

Résumons maintenant les conclusions de ce chapitre. La graisse introduite dans les cavités organiques, et surtout dans l'intestin, pénètre dans les cellules épithéliales par des pores très-ténus, visibles dans celles de l'intestin seulement. De là, elle passe dans le parenchyme des organes, puis s'introduit principalement dans la cavité des vaisseaux lymphatiques, mais probablement aussi, quoiqu'en moindre quantité, dans celle des vaisseaux capillaires sanguins.

Elle n'est pas à l'état de dissolution, mais à l'état de gouttelettes extrêmement petites; elle est entraînée par le liquide dans lequel elle est suspendue et absorbée avec lui.

Des cellules épithéliales, les gouttelettes passent dans le parenchyme des organes, où elles s'insinuent entre les éléments histologiques, toujours entraînées avec les liquides qui les traversent, et poussées simultanément avec eux par les contractions musculaires. Elles arrivent ainsi jusqu'aux vaisseaux lymphatiques, et passent de même entre les éléments anatomiques de leurs parois,

de façon à pénétrer dans leur cavité. Il en passe probablement aussi par le même mécanisme, quoiqu'en moindre quantité, dans la cavité des vaisseaux capillaires sanguins.

CHAPITRE V.

MÉCANISME DE LA PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES INTRODUITES DANS LA CAVITÉ INTESTINALE.

Dans ce qui précède, j'ai établi sur l'expérience, d'une manière incontestable, le fait de la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie animale. J'ai exposé les théories proposées pour l'expliquer; j'ai démontré que, sans parler des bouches absorbantes, la dilacération, la porosité de M. Keber et la pénétration telle que l'entend M. Charles Robin sont insuffisantes et présentent des difficultés insolubles; enfin, j'ai établi le véritable mécanisme de l'absorption des corps gras qui, dans toute la série des produits assimilables, se rapprochent le plus des particules solides. Le terrain ainsi préparé et déblayé, je crois pouvoir aborder avec quelque chance de succès le point culminant du sujet que je traite, c'est-à-dire le mécanisme de la pénétration des particules solides.

Ici, comme dans tout ce qui précède, je ne chercherai ni à échafauder des théories ni à ériger des doctrines. Je m'en tiendrai à l'observation pure et simple, persuadé qu'elle me conduira au but beaucoup plus sûrement et plus facilement que toutes les vaines spéculations de l'esprit.

Je prendrai comme type et comme point de départ ce qui se passe dans la cavité intestinale; de là je passerai aux autres muqueuses, aux séreuses, à la peau, etc.

La première couche organique que rencontrent les molécules introduites dans l'intestin, et qu'elles ont à franchir avant d'aller plus loin, c'est la couche épithéliale. J'examinerai donc en premier

lieu la manière dont elles se comportent à son égard. Les cellules épithéliales des villosités du lapin ont en moyenne à 0,005 à 0,006 millimètres de largeur à leur base, tournée vers la cavité intestinale : chez l'homme, elles ont 0,005 à 0,008; chez les autres mammifères et les oiseaux, elles présentent des dimensions analogues. Ainsi, supposez même qu'elles n'eussent pas de paroi externe ou de couvercle, ou que cette partie se fût détachée, elles pourraient admettre dans leur cavité des globules de sang et des corpuscules de même volume, mais rien de plus. Il y a loin de là aux particules de 0,01 à 0,025 qu'on rencontre dans les vaisseaux, dans les organes, dans les ganglions lymphatiques. Mais l'extrémité effilée de la cellule épithéliale, son extrémité interne par laquelle ces particules devraient passer aussi avant d'aller plus loin, est bien loin d'avoir ce diamètre; peut-être a-t-elle au *maximum* 0,0025 millimètres. Les molécules solides, globules de sang ou autres, qui auraient pénétré dans la cavité des cellules de l'épithélium, resteraient donc là enclavées, comme les noyaux de ces cellules, sans pouvoir aller plus loin. Ces considérations démontrent que les particules solides introduites dans l'intestin ne pénètrent pas, comme les gouttelettes de graisse, dans la cavité des cellules épithéliales. Il y a là une disproportion de dimensions qui constitue un obstacle mathématique à cette pénétration. L'hypothèse des cellules épithéliales béantes, soutenue par MM. Gruby et Delafond, Brücke, Marfels et Moleschott, Von Wittich, et imaginée justement en vue d'expliquer la pénétration des particules insolubles, n'atteint donc nullement son but. MM. Marfels et Moleschott sont, du reste, jusqu'à présent les seuls qui aient prétendu observer cette pénétration. Aucun autre auteur ne l'a jamais vue, et mes nombreuses observations me permettent de la nier absolument. Souvent en effet, comme je l'ai dit dans le chapitre précédent, j'ai vu les matières colorées pulvérulentes appliquées sur l'épithélium, accolées à ses cellules, et toujours leurs molécules étaient arrêtées devant la paroi externe de celles-ci; jamais elles n'avaient envahi leur cavité.

Pour que des particules solides introduites dans la cavité intestinale puissent pénétrer dans les tissus de l'économie, il faut donc

de toute nécessité que l'épithélium soit absent. Voilà la première condition de la production de ce phénomène. Cette condition, qui jusqu'à présent a passé complétement inaperçue, jette un jour tout nouveau sur une foule de faits contradictoires, que j'ai rapportés dans la deuxième section (chapitres II et III), et les explique d'une manière satisfaisante. Pour que la pénétration ait lieu, il faut que les particules solides se mettent en contact avec des parties de muqueuse dépourvues d'épithélium. Si ce contact a lieu, il pourra y avoir pénétration; s'il n'a pas lieu, elle ne se produira jamais.

Cette condition est du reste réalisée dans l'organisme. Il n'y a pas, comme le pensait M. Goodsir, mue générale de l'épithélium à chaque digestion, et régénération de suite après jusqu'à nouvel ordre; mais il n'y a pas non plus cette immutabilité qu'on semble généralement admettre, et que M. Kölliker a même érigée en loi pour tous les tissus épidermoïdaux. Il y a desquamation continuelle des épidermes et des épithéliums à l'état physiologique. Toute partie de la surface externe du corps qui n'est pas soumise au frottement ou au lavage, se recouvre bientôt de plaques épidermiques dues à la desquamation; c'est ce qu'on observe sur le cuir chevelu, dans les conduits auditifs externes, entre les orteils, sur toute partie du corps revêtue pour une cause quelconque d'un bandage quelconque. On ne saurait pas examiner une goutte de mucus nasal, de salive buccale, du contenu de l'estomac ou de l'intestin, sans y rencontrer des cellules épithéliales. Je ne comprends donc pas comment le savant professeur de Würzbourg ait pu nier la desquamation comme phénomène général, physiologique, appartenant à tous les tissus de cette catégorie. Je le comprends d'autant moins, qu'elle est pour ces tissus ce qu'est l'allongement pour les ongles, la crue et la chute pour les poils. Toujours est-il qu'en examinant les villosités provenant d'animaux tout fraîchement tués, il m'est assez souvent arrivé de rencontrer des places dépourvues d'épithélium; j'ai vu ces places varier d'étendue depuis la largeur d'une cellule jusqu'à tout le sommet d'une villosité. Voilà donc des places où les substances déposées dans la cavité, solides, ou liquides, se trouvent immédiatement en contact

avec le parenchyme de la villosité. Cela a surtout lieu si une diarrhée, une entérite plus ou moins intense, une dyssenterie ont favorisé la desquamation. Voilà des places où se trouve réalisée la première condition de la pénétration des particules solides.

Les particules solides se trouvant en contact avec le parenchyme des villosités dépourvues de leur épithélium, doivent le traverser. Elles sont poussées par la pression qu'exerce sur elles la contraction de l'intestin, contraction très-énergique, comme on peut s'en convaincre en ouvrant l'abdomen d'un animal vivant, assez énergique pour le vider instantanément de son contenu. Cette pression les appuie fortement contre le point de la surface muqueuse avec lequel elles sont en contact. En même temps, les liquides sont attirés, aspirés en quelque sorte entre les fibrilles qui constituent les villosités, en vertu de l'endosmose et de la capillarité; ils constituent un courant continu qui tend à entraîner dans le même sens les particules solides, qui sont là pressées contre la surface. En même temps, le contact du liquide qui pénètre écarte les fibrilles les unes des autres, augmente l'étendue de leurs interstices, et relâche ainsi le tissu. De cette façon, il arrive qu'une molécule solide s'engage entre les fibrilles; une fois parvenue là, les mêmes causes, aidées maintenant de la contraction du tissu même de la villosité, tendent à la faire avancer, à la pousser toujours plus loin. Elle arrivera ainsi, soit dans la muqueuse qui sert de substratum aux villosités, soit, et c'est toujours là son dernier aboutissant, contre les parois d'un vaisseau. Elle ne s'arrête pas là : elle pénètre dans la cavité vasculaire, puisqu'on retrouve ces molécules dans le sang et les divers organes où par lui seulement, elles ont pu parvenir. On doit donc admettre que sous l'influence des mêmes causes, elles traversent les parois des vaisseaux. Les parois des lymphatiques les plus ténues sont constituées par des fibrilles de tissu cellulaire tapissées d'un épithélium; ceux qui sont un peu plus volumineux ont de plus des fibres musculaires lisses.

Les petits vaisseaux sanguins de 0,015 millimètres de diamètre et au-dessus, ont aussi des parois composées de fibrilles de tissu cellulaire et de tissu musculaire. Ces fibrilles ne sont pas en contact

immédiat les unes avec les autres; j'ai mesuré entre elles des interstices de 0,002 à 0,0025 millimètres : elles sont du reste susceptibles d'écartement, comme on peut le voir dans les vaisseaux qui ont subi une distension. On comprend donc que ces parois laissent passer dans leurs interstices des particules solides, tout comme les ont laissées passer les tissus qui les doublent. Les tissus animaux peuvent être considérés comme constitués de fibres enchevêtrées formant une espèce de feutrage intercepant des mailles sinueuses dans lesquelles les corpuscules solides peuvent s'engager et cheminer sous l'empire de conditions favorables. On peut comparer cette structure à celle du papier à filtrer, composé de filaments enchevêtrés de telle sorte que ceux d'une couche répondent aux vides de l'autre. Les particules très-fines, les globules de sang surtout, en vertu de leur flexibilité, s'insinuent entre ces filaments, et au microscope on leur voit parcourir ces espaces sinueux. La même chose a lieu dans tous les tissus de l'économie.

La seconde condition du passage des particules solides dans les tissus de l'économie animale, et jusque dans les cavités vasculaires, c'est donc leur passage entre les éléments histologiques de ces tissus, et au besoin l'écartement de ces éléments.

Relatons maintenant quelques faits qui nous montreront la réalisation du mécanisme que je viens d'exposer.

Expérience XXXIV. — La nommée Marie Catherine J....., âgée de 78 ans, s'est aperçue, il y a un an, que le côté droit de la face augmentait de volume. Depuis quatre à cinq mois, la tumeur s'est considérablement accrue et s'est ulcérée. Le jour où elle est soumise à l'expérimentation, elle présente un ulcère profond, fongueux à la partie externe de la joue, tout près du sillon naso-jugal, qui est lui-même envahi. Le tissu de la tumeur présente une infiltration de larges cellules épidermiques; le liquide qui s'écoule de l'ulcère offre les mêmes cellules. Toutes les fonctions s'exécutent bien. Je prescris 10 grammes de charbon animal dans une potion simple de 90 grammes, à prendre trois cuillerées par jour. Au bout de quatre jours, la dose est portée à 20 grammes et au bout de six jours à 25 grammes.

Le dix-huitième jour, elle fut portée à dix grammes par jour. Au bout de 48 jours, cette femme mourut. L'autopsie fut pratiquée trente-six heures après la mort. Le sang des veines mésentériques, de la veine porte et du cœur, renfermait des granules semblables à ceux du noir animal, formant par place de petits amas. Le foie contenait beaucoup de granules semblables. Les ganglions mésentériques offraient leur coloration normale, mais à leur intérieur apparaissaient deux petits points noirs. Leur parenchyme, examiné au microscope, présentait des granules noirs disséminés, réunis par place en petits groupes ayant au *maximum* 0,15 millimètres d'étendue. Ces granules avaient 0,0035 à 0,007 millimètres de diamètre; nulle part ils n'étaient contenus dans des cellules; les acides concentrés et les alcalis caustiques ne les attaquaient pas. Le jejunum et l'iléon présentaient par places de fort petites ponctuations noires, comme celles que laisse l'action du rasoir sur les parties de la peau pourvues de poils. Chaque point noir était constitué par le sommet d'une villosité, infiltrée de granules noirs en tout semblables par leurs caractères physiques et chimiques à ceux des ganglions mésentériques. Ces granules étaient situés entre les éléments anatomiques, vaisseaux et fibres, de la villosité; ils étaient surtout abondants au sommet de celle-ci, au point d'en masquer parfois complétement les éléments; plus profondément ils étaient moins nombreux et plus disséminés; mais on les retrouvait jusqu'à la base des villosités.

Ils étaient infiltrés dans leur tissu, entre leurs éléments. Les villosités, ainsi infiltrées, étaient plus abondantes dans le jejunum et leur coloration y était plus intense que dans l'iléon. Comme on le conçoit, d'après le temps écoulé depuis le décès, elles ne présentaient plus de traces d'épithélium; les cellules de celui-ci flottaient dans le contenu de l'intestin. Aucune ne renfermait de granules noirs. Les poumons et les ganglions bronchiques étaient infiltrés de fausse mélanose, comme cela a toujours lieu chez les personnes de cet âge; les granules de celle-ci ressemblaient à ceux des ganglions et des villosités; elles avaient les mêmes caractères, mais elles en différaient par leur plus grande ténuité.

On me demandera peut-être si ce n'était pas du pigment que

j'avais sous les yeux. Les granules n'étaient nulle part contenus dans des cellules : nulle part non plus on ne voyait de globules de sang en voie de transformation, comme l'a indiqué M. Virchow. La substance déposée présentait d'ailleurs tous les caractères du charbon.

Dans les expériences suivantes, nous verrons le même fait se reproduire, sans que l'on puisse supposer la possibilité de l'existence d'un pigment quelconque.

Expérience XXXV.— Un lapin gris reçut, pendant 5 jours, du noir animal mêlé à des pommes de terre bouillies et écrasées. Le 5me jour, il fut pris de convulsions, sans cause connue; à partir de ce moment, il ne reçut plus de charbon. Le 6me jour au soir, il en fut pris de nouveau, et mourut pendant la nuit. Le lendemain, je l'autopsiai. Le mésentère contenait des granules de charbon ayant 0,014 millim. et au-dessous, en nombre tel qu'on en apercevait 6 ou 8 à la fois; par places, on en voyait qui étaient contenus dans la cavité des vaisseaux sanguins, dans laquelle on pouvait les faire mouvoir. Le sang du cœur et des gros vaisseaux renfermait des granules isolés; il en était de même du foie. Les poumons étaient d'un rouge vif, et rien à l'œil nu n'y décelait la présence du charbon; cependant il s'y rencontrait en grandes proportions. Ces granules résistaient à l'action des acides concentrés et des alcalis caustiques; ils mesuraient généralement 0,0035 à 0,007 millimètres; quelques-uns avaient 0,01, rarement ils atteignaient 0,014 à 0,0175 millimètres.

La rate offrait une coloration foncée; elle renfermait des granules de charbon animal de mêmes dimensions que les poumons et à peu près en nombre égal. Les ganglions mésentériques renfermaient tous du noir animal en abondance; la plupart le manifestaient à l'œil nu, présentant une teinte foncée avec des taches et des lignes noires à leur intérieur. Ces taches étaient formées d'agglomérations de granules ayant les dimensions précédemment indiquées, et occupant parfois tout le champ du microscope. — Le jejunum renfermait une matière liquide et diffluente, noire, fortement chargée de noir animal. Il fut ouvert et lavé avec soin sous le jet d'eau; sa surface interne apparut alors recouverte d'un

pointillé très-fin, en tout semblable à celui observé chez la femme de l'expérience précédente. Ce pointillé était dû aussi à l'infiltration du tissu des villosités par des molécules de noir animal. Ces molécules étaient surtout abondantes vers le sommet de la villosité, où elles l'étaient parfois au point de masquer complétement sa structure; elles devenaient de moins en moins abondantes, à mesure qu'on avançait vers la base, où elles étaient seulement disséminées une à une. Je trouvai cependant une villosité qui était fortement infiltrée vers son milieu, son sommet étant libre. J'en vis plusieurs dans lesquelles les granules noirs s'étaient portés jusqu'autour de la cavité lymphatique centrale, de façon à dessiner très-nettement la forme arrondie et un peu renflée de celle-ci, qui avait en moyenne 0,035 millimètres de diamètre.

Ces molécules étaient éparses dans le tissu des villosités, entre les fibrilles qui les composaient, et qui étaient ici bien distinctes; elles avaient, en général, 0,0035 à 0,007, parfois 0,01 millimètre de diamètre; rarement elles dépassaient ce dernier volume. L'iléon ne présentait pas l'aspect piqueté du jejunum; seulement par places on y rencontrait des villosités infiltrées de la même manière. Le cœcum était rempli d'une masse noire presque solide; le tissu de ses valvules conniventes en contenait dans son épaisseur quelques rares granules. L'épithélium intestinal manquait partout, mais on ne pouvait voir là qu'un effet cadavérique. L'estomac ne contenait pas de charbon; dans ses parois, on en trouvait par-ci, par-là une molécule infiltrée entre les glandules tubulées. Le canal thoracique était dilaté, noueux, rempli en entier d'un liquide rougeâtre, diaphane, offrant par places un caillot fibrineux, renfermant de nombreux globules de sang.

Expérience XXXVI. — Je pratiquai une incision sur le côté gauche de l'abdomen d'un lapin couleur de chair, après lui avoir préalablement rasé les poils. J'en retirai une anse d'intestin grêle, sur laquelle je posai une ligature. J'injectai dans cette anse de l'eau chargée de noir animal, de façon à la distendre assez fortement, puis je la fermai par une seconde ligature apposée immédiatement au-dessus de la canule à injection.

Je replaçai l'intestin dans l'abdomen, que je fermai par quelques

points de suture. Au bout de trois quarts d'heure, ce lapin fut tué par strangulation. Le liquide injecté était diminué de moitié, ce qui prouve que l'absorption s'était faite activement. Les vaisseaux chylifères étaient gorgés d'un liquide incolore, qui se retrouvait aussi dans le canal thoracique; le mésentère renfermait quelques granules de noir animal; mais il n'y en avait ni dans le foie, ni dans le sang de la veine porte et du cœur, ni dans les poumons. Les villosités intestinales renfermaient par places dans leur parenchyme, infiltrés entre leurs éléments histologiques, des granules de noir animal de 0,0035 à 0,01 millimètre de diamètre; elles étaient en partie dépouillées de leur épithélium. Les cellules de celui-ci ne contenaient nulle part des granules de charbon.

Cette expérience nous montre le commencement de la pénétration des molécules solides dans le tissu des villosités, que nous avons trouvée complète dans les deux expériences précédentes. Elle nous la montre s'effectuant sous l'influence d'une absorption active de liquides. Ce fait est d'ailleurs difficile à saisir et à constater : car il y a seulement par-ci par-là une villosité qui le présente, et il faut justement la trouver, ce qui est purement l'effet du hasard, la vue simple ou aidée de la loupe ne permettant pas de la distinguer.

Dans les observations précédentes, on a vu les molécules solides s'infiltrant dans le tissu des villosités de l'intestin grêle. Dans les suivantes, nous les verrons infiltrer de la même manière le tissu du cœcum.

Expérience XXXVII. — Je nourris un lapin noir avec du noir animal mêlé à des pommes de terre bouillies et écrasées. Le 54me jour, je joignis à cette alimentation, tous les matins, une injection œsophagienne de 20 grammes environ d'eau pure, et tous les soirs une injection de la même quantité d'eau tenant en suspension du noir animal et du charbon végétal très-finement pulvérisé. Mon but était d'activer l'absorption en introduisant de plus grandes quantités d'eau dans le tube digestif. Le 67me jour, ce lapin succomba à la suite d'une injection d'eau et de charbon qui avait passé dans la trachée au lieu de passer dans l'œsophage. Le mésentère présentait des granules charbonneux de 0,002 à 0,01 mil-

limètre de diamètre : j'en vis qui étaient évidemment renfermés dans les veines mésentériques. Les ganglions mésentériques en contenaient beaucoup, surtout la masse ganglionnaire de la base du mésentère qui reçoit principalement les vaisseaux du cœcum : cette masse offrait une teinte noirâtre due à une infiltration de particules de charbon. La plupart de ces particules étaient arrondies ; quelques-unes étaient anguleuses et rappelaient la forme des particules du charbon de bois. Le plus grand nombre avaient 0,002 à 0,01 millimètre de diamètre; mais elles atteignaient jusqu'à 0,025 millimètres. Dans le foie, il y avait par places de petits amas de granules semblables à ceux des ganglions lymphatiques. Le sang de la veine porte, de la veine cave, des diverses cavités du cœur, contenait des granules noirs de 0,0016 à 0,021 millimètres d'étendue. Les reins et la rate en contenaient dans les mêmes proportions que le sang. Les poumons ayant leurs vésicules injectées par le charbon qui avait pénétré dans la trachée, je ne puis rien dire sur celui que la circulation pouvait y avoir apporté; tout ce que j'ai pu constater, c'est que les ganglions bronchiques n'en présentaient pas.

Le duodenum et le jejunum étaient presque vides et ne présentaient que peu de molécules charbonneuses. Dans l'iléon, il y en avait davantage. Le cœcum en regorgeait : il était plein d'une masse noire semi-liquide, contenant du charbon en très-grande quantité. L'ayant ouvert et bien lavé, j'examinai sa muqueuse au microscope. La couche épithéliale n'existait plus qu'incomplétement et par places. Le tissu du cœcum renfermait dans son épaisseur des granules de charbon en grand nombre, éparpillés entre les fibres de tissu cellulaire et celles de tissu musculaire ; on en voyait jusque dans la couche musculaire. Par places, on en voyait qui étaient disposés en lignes ou séries, comme s'ils étaient contenus dans des cavités vasculaires. Il me fut, du reste, impossible d'établir ceci positivement.

Expérience XXXVIII. — Je nourris un lapin gris avec du noir animal et du charbon végétal mêlés à des pommes de terre bouillies et écrasées. En même temps, je lui fis, le matin, une injection œsophagienne d'eau pure, et le soir une injection d'eau tenant en suspension les mêmes substances. Ce régime fut continué pendant

40 jours, sauf que les injections ne furent pas pratiquées régulièrement tous les jours. Dans les derniers jours de sa vie, ce lapin offrit des symptômes de suffocation, indiquant que les injections avaient pénétré dans la trachée au lieu de passer uniquement dans l'œsophage. Il mourut pendant la nuit, et ne put être autopsié que le lendemain à une heure.

Le mésentère contenait des granules noirs assez nombreux, dont quelques-uns étaient évidemment renfermés dans les veines. Les ganglions mésentériques présentaient une coloration noirâtre, distribuée surtout par taches et par lignes; on observait cette coloration tant dans les petits ganglions épars dans le mésentère que dans la masse qui en occupe la base. Elle était due à des amas de granules noirs, dont la plupart étaient arrondis comme ceux du noir animal; quelques-uns seulement présentaient les formes irrégulières, allongées, anguleuses des molécules de charbon végétal. Ils avaient en général 0,005 à 0,01 millimètre de diamètre, rarement davantage. Dans le foie, dans le sang du cœur et de la veine porte, il y avait des granules semblables; dans le sang, on les rencontrait dans les caillots, où ils étaient réunis par petits amas. Les reins et le tissu cellulaire contenaient quelques rares granules. Dans la rate, ils étaient, au contraire, très-abondants.

Un grand nombre de vésicules pulmonaires étaient remplies de molécules charbonneuses. Les ganglions bronchiques n'étaient pas colorés en noir; mais l'examen microscopique décelait l'existence, à leur intérieur, de nombreuses particules noires éparpillées dans leur tissu. Les particules anguleuses et allongées du charbon de bois y étaient plus abondantes que partout ailleurs; elles avaient jusqu'à 0,028 millimètres de longueur sur 0,004 à 0,007 millimètres de largeur.

Les villosités de l'intestin grêle ne présentaient rien de particulier; elles étaient dépourvues d'épithélium et leur structure était peu distincte; mais ce sont là des effets cadavériques. Le cœcum renfermait une masse noire semi-liquide, formée en grande partie de particules de charbon. Je l'ouvris et je le lavai bien, de façon à enlever tout le charbon répandu à la surface de la muqueuse. Après cette opération, il restait encore des points, des taches et

des lignes noires que même le frottement n'enlevait pas. L'examen microscopique démontra que ces colorations étaient dues à des granules noirs infiltrés dans le tissu du cœcum, entre les fibres qui le constituent. Par places, on voyait ces granules disposés selon des lignes régulières, ramifiées, et contenus dans des cavités vasculaires. Ces cavités appartenaient évidemment aux vaisseaux lymphatiques; elles offraient peu de ramifications, et par places on les voyait se terminer en cul-de-sac dans la valvule connivente spirale du cœcum; ils avaient généralement 0,0175 à 0,028 millimètres de diamètre. Cependant, j'ai rencontré un de ces vaisseaux qui présentait de nombreuses ramifications arborescentes, de façon à donner plutôt l'idée d'une veine, comme on le verra par la figure que j'en donne. L'épithélium manquait; mais le long temps écoulé depuis la mort de l'animal ne permet d'accorder à ce fait aucune importance.

Ici viennent prendre place les faits dans lesquels on voit des œufs d'entozoaires dans le tissu de la muqueuse intestinale. Le premier auteur qui les ait signalés est M. Kölliker (1), qui a vu à plusieurs reprises les villosités remplies de ces œufs d'entozoaires dont j'ai parlé dans la section précédente. Il a même cru en découvrir dans les cellules épithéliales : on n'a qu'à comparer les dimensions de ces deux formations pour voir que c'est une impossibilité. M. Donders (2) a vu chez un chien la plupart des villosités infiltrées d'œufs, qu'on retrouvait aussi dans les ganglions mésentériques. Moi-même j'ai rapporté un cas (observation XXXI) où la muqueuse du gros intestin offrait par places, dans l'épaisseur de son tissu, des œufs qui se retrouvaient dans les ganglions correspondants et jusque dans les poumons. Comme je l'ai déjà dit à cette occasion, M. Bilharz a observé au Caire des cas de dyssenterie dans lesquels il y avait gonflement, injection et érosion depuis le côlon transverse jusqu'à l'anus, présentant, dans l'épaisseur de la muqueuse et entre les fibres du tissu cellulaire sous-mu-

(1) *Mikroskopische Anatomie,* t. II, 2me partie, 1re section, p. 175.

(2) *Bijdrage tot den fijneren bouw en de verrigting der dunne darmen; Nederlandsch Lancet;* 1852-1853, p. 552.

queux, des œufs de *Distomum haematobium* et des amas blanchâtres de ces œufs (1).

Ces faits établissent bien positivement, tel que je l'ai exposé, le mécanisme de la pénétration des particules solides introduites dans la cavité intestinale. On voit les particules pénétrer entre les fibres de la muqueuse et des villosités, à la faveur de la chute, accidentelle ou normale, de l'épithélium; on les voit cheminer entre ces fibres et arriver ainsi jusque dans les cavités vasculaires. Cette pénétration est favorisée par la présence des liquides dont le courant endosmotique tend à entraîner avec lui les particules qu'il rencontre, et à les introduire dans les interstices des tissus. En même temps les liquides, en relâchant ces tissus, en augmentant la largeur de leurs interstices, favorisent encore cette pénétration. On a vu que, dans mes trois dernières expériences, j'ai utilisé avec plein succès cette action des liquides : on a vu que c'est toujours dans les parties du tube digestif où il y a séjour de matériaux liquides, que la pénétration s'opère.

J'ai toujours vu, et les dernières observations le démontrent surabondamment, que les particules solides passent dans les tissus de l'économie avec d'autant plus d'abondance et de facilité qu'elles sont plus petites et plus arrondies. Les molécules anguleuses et volumineuses pénètrent avec moins de facilité. Ce fait ne s'accorde ni avec la doctrine de la dilacération qu'il réduit à néant, ni avec celle de la pénétration de M. Ch. Robin. En effet, les molécules plus volumineuses et anguleuses pressant sur les tissus par une surface plus grande et d'une manière plus uniforme, devraient d'autant mieux provoquer leur résorption et s'introduire au milieu d'eux. Ces faits s'expliquent au contraire parfaitement par les considérations que j'ai émises et qui n'en sont en réalité que l'énoncé.

En vertu des idées que je viens d'exposer, il semble que l'on doit pouvoir produire ces phénomènes en agissant dans des conditions analogues en dehors de l'économie animale. Ainsi, que dans la cavité d'une membrane organique dépourvue de son épithélium, on verse un liquide tenant en suspension des particules solides

(1) Bilharz, dans Von Siebold et Kölliker, *Zeitschrift*, loco citato.

très-ténues; qu'on fasse subir à ce liquide une pression suffisante, et qu'on le soumette à l'action de l'endosmose, et on devra voir se produire les mêmes phénomènes que ceux que nous avons constatés dans l'intestin de l'animal vivant. C'est ce qui a lieu, comme le montreront les expériences suivantes.

Expérience XXXIX. — J'adapte à un tube en verre un cœcum de souris; je verse dans le tube, de l'eau tenant en suspension du noir animal, et je plonge l'extrémité munie du cœcum dans une solution concentrée de sucre, de sorte que le niveau du liquide dans le tube dépasse de 20 centimètres le niveau de l'eau sucrée.

La température était de 15°.

L'endosmose eut lieu activement, et au fur et à mesure que le tube se vidait j'ajoutais de nouvelle eau. Le cœcum présenta au bout d'un jour des taches plus foncées; et le troisième jour il laissa passer dans l'eau sucrée quelques molécules de charbon. Il n'y avait pas de perforation, car, retiré de l'eau sucrée, il soutenait encore parfaitement la colonne d'eau. Les fibres de son tissu étaient encore reconnaissables, et entre elles on apercevait des granules de noir animal infiltrés.

Expérience XL. — Un estomac de souris, traité, à la même époque, de la même manière, offrit exactement les mêmes phénomènes.

Expérience XLI. — J'adaptai très-exactement à l'extrémité d'un long tube en verre l'appendice cœcal d'un lapin mort depuis 12 heures. Je versai dans le tube une colonne d'eau de 65 centimètres de hauteur, tenant en suspension du noir de fumée, et je plongeai son extrémité dans une solution concentrée de sucre. La température moyenne du jour était de 15° centigrades. L'exosmose se fit avec rapidité. Je remplaçai l'eau au fur et à mesure que son niveau baissait, afin de maintenir la pression. Au bout de deux jours, je retirai le tube, j'incisai l'appendice cœcal, et je le lavai bien exactement en le frottant sous le jet d'eau.

Malgré le frottement, la surface interne de la muqueuse resta criblée d'une foule de taches noirâtres correspondant aux glandes de Peyer, si abondantes dans cet intestin. Chaque enfoncement de la muqueuse constituait un point noir. Je coupai de minces

tranches de cette muqueuse, et, indépendamment de quelques globules épars à la surface, j'en trouvai d'autres manifestement contenus entre les fibrilles.

Expérience XLII. — Je traitai de la même manière, et dans les mêmes conditions, un autre appendice cœcal de lapin; seulement la pression était bornée à une colonne d'eau de 20 centimètres. Au bout de trois fois 24 heures, j'incisai cet appendice cœcal, je le lavai et le frottai; j'y vis alors les mêmes taches noirâtres que dans le cas précédent, mais moins bien prononcées; le microscope démontra aussi une infiltration de granules noirs dans le tissu de la muqueuse.

Expérience XLIII. — Je pris un morceau de cœcum d'un lapin tué depuis 6 heures; je le vidai et le lavai, l'adaptai par une de ses extrémités sur un tube en verre et fermai l'autre extrémité par une double ligature. Je le traitai ensuite comme les précédents, en le soumettant à la pression d'une colonne d'eau de 70 centimètres. L'exosmose eut lieu avec activité. Au bout de 48 heures, il y avait par places des taches noirâtres qui apparaissaient à travers le péritoine. Au bout de trois fois 24 heures, j'incisai ce cœcum et je le lavai bien; il resta sur la muqueuse des taches et des points noirs analogues à ceux que nous avons vus se manifester chez les animaux vivants dans les expériences XXXVII et XXXVIII. L'examen microscopique démontra la présence des granules noirs dans la paroi de l'intestin, entre les mailles de son tissu.

Expérience XLIV. — J'adaptai à un tube en verre l'appendice cœcal d'un lapin mort depuis 12 heures. Je versai dans le tube du sang défibriné à une hauteur de 20 centimètres, et je fis plonger l'appendice cœcal dans une légère solution de sucre. Le lendemain, un peu de sang avait traversé la membrane et avait légèrement coloré l'eau sucrée; on voyait à travers le péritoine trois petites taches d'un rouge noirâtre, ressemblant à des ecchymoses. Le deuxième jour, la transsudation et les ecchymoses s'étaient accrues. Le troisième jour, tout le tissu était infiltré de sang. Je le lavai et la coloration sanguine persista. L'inspection microscopique me démontra que d'abondants globules de sang se trouvaient épars dans toute l'épaisseur de son tissu, répandus dans ses mailles. Le

liquide sucré contenait, en assez grand nombre, des globules déformés qui avaient traversé complétement la membrane.

Ces expériences ne réussissent pas constamment. Je ne suis jamais parvenu à les reproduire avec des vessies natatoires de poissons. On remarquera qu'elles réalisent, sauf le mouvement de propulsion déterminé par la contraction musculaire, toutes les conditions que nous avons vues présider à la pénétration des particules solides. Il y a une pression suffisante; les particules solides sont tenues en suspension dans un liquide abondant; il y a mouvement exosmotique actif; voilà toutes les conditions que nous avons énumérées comme expliquant et déterminant le passage des molécules solides dans les tissus de l'économie. Ajoutons que les membranes soumises aux expériences précédentes augmentent considérablement de volume, qu'elles présentent le double ou le triple de leur épaisseur normale; cette augmentation doit nécessairement amener un écartement plus grand des fibres. Quant à l'épithélium, on pense bien qu'il n'en était plus question.

Il résulte de ces considérations que le mécanisme par lequel les particules solides introduites dans la cavité intestinale passent dans son tissu, peut se résumer dans les propositions suivantes :

1° L'épithélium se détache, laissant à nu la surface dermatique de la muqueuse.

2° Les liquides pénètrent entre les fibres du tissu de cette muqueuse, sous l'influence de la pression exercée par les parois intestinales, de l'attraction due à la contraction spéciale des villosités et de la muqueuse, de l'endosmose et de la capillarité.

3° En passant à travers les tissus, les liquides les relâchent, et augmentent l'étendue des interstices qui séparent entre elles leurs fibres.

4° Ils entraînent dans ces interstices les particules solides, sur lesquelles la pression des parois intestinales agit dans le même sens.

Ce qui précède démontre la justesse de ces propositions, qui en sont la conséquence pure et simple. Elles sont d'accord avec tous les faits, et ne sont en opposition avec aucun. Elles jettent sur eux un jour tout nouveau, et expliquent d'une manière satisfaisante

les observations en apparence contradictoires que j'ai rapportées dans la deuxième section (chapitres II et III).

Pour que la pénétration ait lieu, il faut, en premier lieu, et cette condition a jusqu'à présent passé complétement inaperçue, que les particules solides se mettent en contact avec des parties de muqueuses dépourvues d'épithélium. Si ce contact a lieu, il pourra y avoir pénétration; s'il n'a pas lieu, elle ne se produira jamais.

Dès lors, on comprend parfaitement pourquoi dans certains cas, chez des animaux nourris pendant 2 mois avec des aliments contenant des particules solides colorées, la pénétration n'a pas eu lieu ou seulement d'une manière peu prononcée; tandis que dans d'autres cas, elle avait déjà commencé à se faire au bout de $^3/_4$ d'heure, et en 5 ou 6 jours elle avait donné aux ganglions mésentériques une coloration noire appréciable à l'œil nu. Cette condition explique fort bien aussi pourquoi la pénétration des particules solides est beaucoup moins rapide et moins fréquente chez les grenouilles que chez les mammifères et les oiseaux, pourquoi elle constitue chez les premières un fait exceptionnel. Chez les grenouilles, les cellules épithéliales, beaucoup plus longues, se terminent en une extrémité effilée beaucoup plus développée que chez les animaux supérieurs, et cette extrémité s'engrène en quelque sorte avec le tissu sous-jacent. Aussi cet épithélium se détache-t-il beaucoup plus difficilement; il faut un frottement plus fort et plus continu pour l'enlever. Tandis que chez les animaux supérieurs, il se détache spontanément peu de temps après la mort; chez les grenouilles, on le retrouve encore en place au bout de 18, quelquefois de 24 heures. Chez les mammifères, un simple purgatif, l'aloès, par exemple, provoque une abondante desquamation; chez les grenouilles, je ne suis parvenu à la déterminer qu'au moyen d'une solution de nitrate d'argent.

De plus, il y a chez les mammifères, la contraction des villosités, qui doit favoriser la desquamation, et à laquelle rien ne correspond chez la grenouille, dont l'intestin est dépourvu de villosités. J'ai dit que chez les mammifères, j'ai assez souvent rencontré des portions de villosités dépourvues d'épithélium; chez les grenouilles, que j'ai examinées en beaucoup plus grand nombre,

jamais rien de semblable ne s'est offert à mes yeux. La première des conditions de la pénétration des particules solides dans les tissus animaux est donc beaucoup plus difficile à réaliser chez les grenouilles que chez les animaux supérieurs.

Mais cette condition n'est pas la seule. Si les particules solides sont sèches, elles sont simplement appuyées contre le tissu par la pression musculaire, et celle-ci les fera difficilement pénétrer, et surtout avancer dans le tissu de la muqueuse. Si, au contraire, ces particules sont suspendues dans un liquide, celui-ci agira d'une part en les entraînant avec lui dans les interstices des tissus, d'autre part en relâchant ceux-ci par l'imbibition et l'écartement de leurs fibres. Aussi, chaque fois que j'ai rencontré une infiltration étendue dans la muqueuse d'une partie de l'intestin, celle-ci était-elle pleine d'une masse semi-liquide, d'une espèce de bouillie. Je n'ai jamais vu cette infiltration étendue là où il n'y avait que des matières sèches.

Cette condition, jointe à la présente, nous fait comprendre comment, chez certains animaux et sur certains points du tube digestif, l'infiltration des particules solides s'opère facilement et abondamment, tandis que chez d'autres animaux de la même espèce et en d'autres points, elle ne peut être constatée.

Dans les cas où M. Bilharz a constaté l'infiltration des œufs du *Distomum haematobium*, toutes ces conditions étaient largement remplies. L'épithélium avait totalement disparu, la muqueuse était baignée par des liquides et relâchée par l'imbibition de ces mêmes liquides, qui avaient écarté ses fibres.

CHAPITRE VI.

MÉCANISME DE LA PÉNÉTRATION DES PARTICULES SOLIDES A TRAVERS LES TISSUS DE L'ÉCONOMIE ANIMALE, CONSIDÉRÉS EN GÉNÉRAL.

Dans le chapitre précédent, je me suis occcupé uniquement de ce qui se passe dans l'intestin. Mais, comme l'a démontré la section précédente, ce n'est pas seulement par l'intestin que des particules solides peuvent pénétrer dans l'organisme; cela peut avoir lieu par toutes les surfaces et par tous les milieux, par la peau, le tissu cellulaire, les séreuses, les poumons. Nous devons donc rechercher quelles sont les conditions *générales* sous l'influence desquelles s'opère le fait *général* de la pénétration des particules solides dans les tissus.

Nous avons vu qu'en aucun cas, la peau revêtue de son épiderme ne les laisse pénétrer. Il n'en est plus de même lorsqu'elle en est dépouillée, comme à la surface d'un vésicatoire, d'un ulcère, d'une plaie. Là, comme dans l'intestin, elles s'insinuent entre les éléments fibreux du derme, et arrivent ainsi jusqu'aux cavités vasculaires. Leur passage est favorisé par les liquides qui les entraînent avec eux, étant absorbés avec activité par ces surfaces, et qui par l'imbibition assouplissent et écartent leurs fibres.

D'autres fois elles sont introduites directement par une action venant du dehors. Ainsi les globules mercuriels sont introduits par l'action de la friction; les matières colorantes qui servent au tatouage le sont par la dilacération de l'épiderme et de la couche superficielle du derme. Les molécules qui ont été introduites n'importe par quel mécanisme, sont portées plus loin, d'une part par la contraction fibrillaire du derme, due aux fibres musculaires lisses qui y sont répandues, d'autre part par l'action des liquides absorbés qui agissent comme il a été dit précédemment.

Les matières introduites dans le tissu cellulaire s'y répandent de la même manière, de façon à constituer parfois entre les organes de longues traînées. La cause de cette diffusion est aussi la con-

traction des parties environnantes, jointe à l'action des liquides qui s'y meuvent et qui entraînent les particules qu'ils rencontrent.

Les matières colorantes du tatouage se rencontrent dans les ganglions lymphatiques en beaucoup plus grand nombre longtemps après l'opération qu'immédiatement après, preuve qu'elles y passent en vertu du mécanisme que je viens d'exposer, et non parce qu'elles auraient été introduites directement dans la cavité des vaisseaux lymphatiques.

Les conditions dans lesquelles se trouvent les matières introduites dans les cavités séreuses se rapprochent davantage de celles qu'elles rencontrent dans la cavité intestinale. Là aussi elles sont en contact avec une surface recouverte d'un épithélium qui met obstacle à leur pénétration. En effet, d'une part, les cellules de cet épithélium se touchent de façon à ne pas permettre que des corps s'insinuent entre elles; d'autre part, leurs cavités sont parfaitement closes, et les pores dont elles sont percées sont imperceptibles même avec les plus forts grossissements. La première condition pour que les particules solides puissent pénétrer dans l'épaisseur des membranes séreuses, c'est donc, comme dans l'intestin, la chute de leur épithélium. Celle-ci a lieu constamment, parce que constamment la présence des corps étrangers détermine une inflammation, et que le premier effet de l'inflammation est la desquamation. Les molécules solides sont alors englobées par les fausses membranes qui se forment par coagulation du plasma exsudé, et maintenues par elles appliquées contre le derme dénudé de la séreuse. Elles sont appuyées contre lui par les contractions des parties musculaires qui entrent dans la composition des parois de la cavité. Les liquides exsudés dans le tissu de la membrane engorgent celle-ci, relâchent ses fibres, les écartent, et, étant soumis à l'absorption, entraînent avec eux les molécules solides que la pression indiquée précédemment sollicite dans le même sens. Elles cheminent donc à travers le tissu séreux, et arrivent jusqu'aux cavités vasculaires.

Les conditions sous lesquelles a lieu la pénétration des particules solides introduites dans les cavités séreuses, sont donc les suivantes :

1° Chute de l'épithélium;

2° Pression des parties environnantes, infiltration du tissu par les liquides, et pénétration des particules entre ses fibres.

Le mécanisme est, du reste, exactement le même que pour la muqueuse intestinale. On a pu en voir la réalisation dans les observations XXVI et XXVII, où on a vu le tissu de la plèvre et du péritoine présentant les molécules de noir animal infiltrées dans ses mailles.

Les vésicules pulmonaires sont tapissées par un épithélium pavimenteux qui, à l'état normal, forme une couche continue dont les cellules se touchent de toutes parts. Les particules solides introduites dans ces vésicules ne peuvent donc passer entre ces cellules. Elles ne peuvent non plus y pénétrer, leurs parois n'offrant que des pores imperceptibles. Il faut donc ici aussi que l'épithélium se détache avant que puisse s'accomplir le phénomène de la pénétration des particules solides. Cette condition est facilement remplie; l'épithélium des vésicules pulmonaires est très-caduc; il manque souvent par places, à tel point que des anatomistes en ont nié l'existence. Cette première condition est donc fréquemment réalisée.

Les particules solides se trouvent alors en contact avec les parois minces et délicates du tissu pulmonaire, parois composées de fibres de tissu cellulaire et de fibres élastiques formant un feutrage peu serré, qui soutient les vaisseaux. Elles y sont soumises, d'une part, à la pression des parois thoraciques dans l'expiration, d'autre part, à celle du courant d'air qui s'introduit dans les bronches dans l'inspiration. En même temps le tissu des vésicules est imprégné du liquide aqueux qui fournit la vapeur d'eau rejetée avec l'air expiré. Telles sont les conditions présentées par le tissu pulmonaire. Voici maintenant le mécanisme selon lequel s'opère l'acte de la pénétration. L'épithélium étant détaché, les particules solides, pressées contre les parois des vésicules, s'insinuent entre leurs fibres, qui sont relâchées et écartées par les liquides qui y sont exsudés; elles parviennent ainsi de suite jusqu'aux parois des vaisseaux dans lesquels elles pénètrent. On comprend que l'absorption continuelle des liquides doit aider

à leur transport, en constituant un courant qui tend à les entraîner et à les faire cheminer entre les fibres entre lesquelles elles sont engagées.

De toutes les parties du corps, les vésicules pulmonaires sont celles où la pénétration des parties solides s'opère le plus constamment et avec le plus de rapidité. Dans mes expériences, je ne l'ai jamais vue manquer; souvent elle a eu lieu très-vite; une fois, entre autres, au bout d'une demi-heure, j'ai retrouvé dans le sang les molécules solides injectées dans les poumons (expérience XXIX). Les considérations précédentes expliquent fort bien ce fait : toujours il y a dans les vésicules pulmonaires des places dépouillées d'épithélium; il se détache avec facilité; les parois de ces vésicules sont composées d'un tissu peu serré, exhalant sans cesse des liquides; enfin, il y a une pression forte et continue.

Dans les canaux bronchiques, les conditions de la pénétration sont analogues; seulement l'épithélium est moins caduc et le tissu plus serré, de sorte qu'elle doit avoir lieu avec moins de facilité.

J'ai examiné, dans ce qui précède, la pénétration des particules solides dans les principaux organes et tissus de l'économie; tout ce que je pourrais dire de plus ne constituerait qu'une répétition fastidieuse. On a pu voir que ce phénomène est partout dans l'organisme soumis aux mêmes conditions et se fait par le même mécanisme, qu'il n'est pas difficile d'exposer au point de vue général, abstraction faite de tout organe spécial. Voici les propositions générales applicables à tous les cas :

1° La partie par laquelle s'opère la pénétration doit être dépourvue d'épiderme ou d'épithélium; si elle en est recouverte naturellement, elle doit subir la desquamation.

2° Les liquides mis en contact avec la partie dans laquelle la condition précédente est réalisée, passent entre les fibres des tissus en vertu de l'endosmose et de la capillarité. A ces forces, il faut joindre, lorsqu'il s'agit de parties situées à l'intérieur du corps, les pressions diverses dues à la contraction et au mouvement des organes voisins.

3° Les liquides, en imprégnant les tissus, les relâchent, les assouplissent, et rendent plus larges les interstices qui séparent leurs fibres.

4° En pénétrant dans ces interstices, ils y entraînent les particules solides auxquelles leur volume permet de s'y introduire.

5° Dans les organes internes, cette introduction est favorisée par la pression exercée par la contraction des parties environnantes.

6° Une fois introduites entre les fibres des tissus, les particules solides peuvent y pénétrer de plus en plus profondément sous l'influence de l'action des liquides, sous celle de la pression des organes voisins, et également sous celle de la pression toute locale et interne déterminée dans le tissu par la mise en jeu des éléments contractiles qu'il renferme.

Ces propositions générales sont applicables à tous les cas qui peuvent se présenter. Elles ne doivent pas nous arrêter plus longtemps, car elles ne sont que la synthèse de l'exposé qui précède, et cet exposé à son tour est le résultat de mes expériences, que j'ai en grande partie rapportées avec détails. Ces expériences conduisent nécessairement, d'une manière irréfragable, à l'idée du mécanisme que j'ai exposé, et cette idée à son tour est seule capable de les relier en un faisceau, de les faire comprendre, d'assigner en tout la valeur des faits qu'elles nous ont permis de recueillir, et leur signification.

Ce mécanisme, qui découle exclusivement de l'observation des faits, est, comme on le voit, bien différent des explications et des théories proposées par les auteurs. Ici je dois encore dire quelques mots de la doctrine de la pénétration de M. Robin. On a vu dans le chapitre III de cette section en quoi elle consiste; j'ai seulement à ajouter sur son point de départ quelques considérations qui ne peuvent être bien comprises qu'avec les principes que je viens d'exposer.

M. Charles Robin part de ce fait qu'un corps étranger appliqué et fixé sur un point quelconque de l'intestin, le plus souvent l'appendice cœcal, perfore ce point et passe dans d'autres organes. C'est ainsi que des noyaux et des pepins de fruits, arrêtés dans l'appendice cœcal, ont passé dans le tissu cellulaire de la fosse iliaque ou dans le péritoine, et ont amené des affections très-graves de ces parties. Ces corps ont déterminé une ulcération sur

le point de l'intestin qui les recélait. Pour M. Robin, il y a eu là résorption des tissus, et cette résorption peut être suivie d'une régénération, ce qu'on observe surtout chez les poissons et les reptiles. Chez ces animaux, on trouve souvent des entozoaires tels que des filaires, qui ont pénétré dans le péritoine ou dans le tissu cellulaire sous-péritonéal.

M. Robin pose le principe suivant (1) : « C'est là un fait général, » que tout corps plus dur que la substance organisée, qu'il touche, » en détermine peu à peu la résorption du côté où est plus forte » la pression, pendant que du côté opposé se reforme molécule à » molécule de la substance organisée, laquelle prend ainsi la place » auparavant occupée par le corps étranger. C'est là le mécanisme » du passage d'un lieu à un autre et de la pénétration dans la ca- » vité de divers organes, des corps étrangers accidentellement » introduits sous la peau ou dans la profondeur des tissus. »

M. Robin pose cela comme un fait général, sans se donner la peine de le prouver. Or, cette résorption des molécules organisées n'est à mes yeux bien démontrée que pour le tissu osseux, qui disparaît à la longue sous l'influence d'une pression continue exercée sur lui par une tumeur ou un anévrisme, par exemple. Mais, comme je l'ai dit précédemment (2me partie, chapitre III), elle ne l'est nullement pour les tissus plus extensibles et élastiques. Ceux-ci ne se résorbent pas d'abord sous l'action des pressions, ils cèdent et s'allongent.

Ailleurs, parlant des filaments de mycélium des entophytes qui s'enfoncent dans les tissus, M. Robin soutient aussi qu'ils déterminent une résorption (2); ceci n'est à mes yeux pas plus exact. Les filaments de mycélium pénètrent dans les interstices des fibres organiques qu'ils écartent les unes des autres, par un mécanisme analogue à celui par lequel les radicelles du lierre et du *sempervivum* pénètrent dans le mortier des murailles sur lesquelles ils végètent. C'est de la même manière, en écartant les

(1) Robin et Verdeil, *Traité de chimie anatomique et physiologique;* Paris, 1853, p. 519.

(2) *Histoire naturelle des végétaux parasites;* Paris, 1853, p. 282.

mailles des tissus, que les balles, les aiguilles et autres corps durs voyagent parfois très-loin à travers le tissu cellulaire, et non par une prétendue résorption de ce tissu; la preuve, c'est que, si quelque obstacle vient s'opposer à leur passage, souvent ils s'enkystent et restent alors indéfiniment à la place où ils ont été arrêtés : en serait-il ainsi s'ils déterminaient une résorption quelconque? Il y a dans tous ces phénomènes écartement semblable à celui que l'on produit en enfonçant doucement une aiguille à acuponcture à travers les tissus; ils ne sont ni déchirés ni résorbés sur son passage, mais ils sont écartés. C'est de la même manière, en s'infiltrant dans les innombrables insterticcs qui séparent les fibres dont se composent les tissus animaux et en écartant ces fibres, que pénètrent les particules solides. L'infiltration a lieu de la même façon à travers les pores et interstices qui criblent la surface de la coque de l'œuf. On sait que des champignons se développent à son intérieur, et M. von Wittich a démontré que ces cryptogames étaient inoculables (1), ce qui ne permet pas de croire à la préexistence de leurs germes dans l'œuf. Leurs spores et leur mycélium passent à travers les interstices de la coque du dehors en dedans, et réciproquement. Ce phénomène est analogue à la pénétration des particules solides dans les tissus de l'économie; la seule différence, c'est que la coque de l'œuf est dure et inextensible, et que ses éléments ne sont pas susceptibles d'être écartés et relâchés.

Le volume des particules solides qui peuvent être admises dans l'organisme ne saurait être fixé d'une manière absolue; il dépend de l'écartement des fibres, par conséquent du relâchement des tissus; il dépend aussi de l'activité de l'endosmose et de la force de la pression exercée sur ces corps. Nous avons vu qu'il dépassait rarement 0,02 millimètres ; cependant, les œufs d'entozoaires qu'on a vus pénétrer ont parfois un diamètre plus considérable.

(1) *Ueber Pilzbildung im Hühnerei*, dans *Von Siebold's und Köllikers Zeitschrift;* 1851, t. III, p. 213.

CHAPITRE VII.

DES VOIES PAR LESQUELLES PASSENT LES PARTICULES SOLIDES INTRODUITES DANS L'ORGANISME; DE L'ACTION ET DE LA DESTINATION DE CES PARTICULES.

Nous avons vu que les particules solides, après avoir traversé les tissus de l'économie avec lesquels on les met en contact, parviennent dans le système vasculaire. Nous les avons retrouvées dans tous les organes, dans le sang du cœur et dans les vaisseaux eux-mêmes, dans lesquels elles pénètrent avec les liquides soumis à l'absorption. Mais deux systèmes vasculaires se partagent cette fonction, le système veineux et le système lymphatique. Nous avons donc à déterminer si les particules solides passent dans tous les deux ou seulement dans l'un, et dans ce dernier cas dans lequel.

M. Herbst a cru voir des globules d'amidon dans le canal thoracique, et admettait en conséquence leur pénétration par les chylifères. Ses observations, faites du reste avec le plus grand soin, ne sont pas, comme je l'ai prouvé, de nature à présenter des garanties suffisantes. M. Oesterlen ne trouva rien dans le canal thoracique. MM. Donders et Mensonides posèrent catégoriquement la question de savoir si les particules solides introduites dans l'intestin pénètrent par les veines ou par les chylifères. Ils ne les rencontrèrent ni dans ces derniers vaisseaux, ni dans le canal thoracique, ni dans les ganglions mésentériques. Cependant, ils sont disposés à croire que c'est par les chylifères que la pénétration s'opère. En effet, les particules qui pénètrent dans le torrent de la circulation n'y restent pas; comme nous l'avons vu, elles vont se déposer dans le tissu de l'un ou l'autre organe. Or, c'est dans les poumons que ce dépôt se fait le plus abondamment; dans le foie, au contraire, on ne les rencontre qu'en petite quantité, dans la même proportion que dans les autres organes. Si elles passaient primitivement dans le système veineux intestinal, ce serait le

contraire, ce système allant d'abord se ramifier dans le foie; les poumons ne recevraient que ce qui aurait traversé ce viscère. Si, au contraire, elles sont charriées par le canal thoracique et versées par lui dans la veine cave supérieure, le premier système capillaire qu'elles auront à traverser sera celui des poumons, et le plus grand nombre d'entre elles devra s'y arrêter. Ce fait rend vraisemblable le passage des particules solides dans les chylifères; cependant M. Donders ne se croit autorisé, d'après cela, à indiquer ce fait que comme vraisemblable et non comme certain, et il a parfaitement raison; car ne pourrait-il pas y avoir quelque autre circonstance, passée inaperçue, qui fût la cause du phénomène? Ne se pourrait-il pas, par exemple, que les capillaires du foie laissassent passer ces particules plus facilement que ceux du poumon ?

Le seul fait positif capable de démontrer que c'est par les chylifères que passent les particules solides introduites dans l'intestin, ce serait leur présence dans un point quelconque de ce système. Dans les chylifères eux-mêmes, on peut dire d'avance qu'en général, il sera impossible de les voir; car on sait avec quelle force et quelle rapidité ces vaisseaux se contractent et expulsent le contenu de leur cavité. Aussi n'y ai-je jamais rencontré de molécules solides. Je n'en ai pas davantage rencontré dans le canal thoracique. Mais il est une autre partie du système chylifère où les recherches sont plus faciles et les chances plus grandes, ce sont les ganglions mésentériques. Or, souvent il m'est arrivé de trouver ces ganglions tellement remplis de molécules de noir animal et de charbon végétal, qu'ils avaient acquis une coloration noire parfaitement appréciable à l'œil nu. On a vu des faits semblables dans les observations X, XXXXIV, XXXV, XXXVII et XXXVIII; on l'a vu pour l'amidon dans l'observation IX, pour les œufs d'entozoaires dans l'observation XXXI. Je puis donc établir comme fait positivement démontré, qu'à la suite de la pénétration de particules solides par le tube digestif, ces particules se rencontrent en général dans les ganglions mésentériques en quantité beaucoup plus grande que partout ailleurs, beaucoup plus grande encore que dans les poumons.

D'après ce que disent MM. Robin et Verdeil, dans leur *Traité*

de chimie anatomique et physiologique, qui a paru en 1853, M. Claude Bernard a reconnu que, chez des animaux nourris depuis longtemps avec des aliments mélangés de noir de fumée ou de bleu de Prusse, on trouve des ganglions lymphatiques devenus bleus ou noirs par arrêt dans leur tissu des granulations de ces corps. Mais la même année 1853, comme je l'ai déjà dit, M. Cl. Bernard, dans ses leçons données au collége de France, nia positivement la pénétration de ces molécules, et n'admit que celle des fragments anguleux et acérés du charbon de bois. L'assertion de MM. Robin et Verdeil est donc sujette à caution, et je puis dire qu'avant moi, personne n'avait établi positivement sur l'observation ce fait, que les particules solides qui pénètrent par l'intestin se portent en majeure partie dans les ganglions mésentériques.

Beaucoup de mes lecteurs se trouveraient sans doute satisfaits par ces expériences, et déclareraient qu'il en résulte que c'est par les chylifères que pénètrent les particules solides. Mais on pourrait faire une objection : est-ce que les ganglions lymphatiques ne jouissent pas comme les poumons, mais à un beaucoup plus haut degré, de la faculté de retenir ces particules dans leur tissu? Si cela était, elles pourraient fort bien y avoir été amenées et déposées par le système sanguin. Afin d'éclaircir ce doute, j'ai examiné conjointement avec les ganglions du mésentère, ceux de l'aisselle, de l'aine et les ganglions bronchiques; constamment je les ai trouvés exempts de molécules solides. Il faudrait donc supposer que les ganglions du mésentère ont seuls le monopole d'attirer et de fixer ces molécules, ce qui devient déjà bien invraisemblable.

A côté de ce fait négatif vient se placer le fait positif correspondant. L'observation XXV nous a montré les ganglions inguinaux contenant des molécules de noir animal et de chromate de plomb qui avaient été introduites dans le tissu cellulaire de la cuisse; les ganglions mésentériques et bronchiques n'en contenaient pas. Voici encore un cas analogue.

Expérience XLV. — Une femme de 75 ans portait à la partie inférieure de la jambe droite un ulcère variqueux de l'étendue d'une pièce de cinq francs. Pendant 4 mois, je pansai cet ulcère

tous les jours avec du noir animal. Au bout de ce temps, elle mourut; je trouvai les ganglions inguinaux du côté gauche farcis d'amas de molécules charbonneuses qu'on y voyait à l'œil nu. Les ganglions inguinaux de l'autre côté, ceux de l'aisselle et du mésentère ne contenaient rien. Les ganglions bronchiques présentaient, ainsi que les poumons, la coloration noire habituelle.

Chez les individus tatoués, les ganglions axillaires du côté où le tatouage existe contiennent des particules colorées parfaitement visibles à l'œil nu, comme je l'ai maintes fois constaté; tous les autres ganglions n'en présentent pas de traces.

On a vu dans l'expérience XXVI qu'à la suite de l'injection du noir animal dans le péritoine, on trouvait des molécules noires dans les ganglions mésentériques et inguinaux. L'expérience XXVII nous a montré les ganglions bronchiques et sous-sternaux renfermant déjà au bout de 19 heures des amas de particules noires et des globules d'amidon, à la suite d'une injection pratiquée dans la plèvre à l'aide d'un liquide tenant en suspension du noir animal et de l'amidon. Les ganglions mésentériques et inguinaux en étaient exempts.

Mais, nulle part, ce phénomène de la pénétration des particules solides colorées dans les ganglions n'a lieu d'une manière aussi frappante que dans les ganglions bronchiques, à la suite de l'injection de matières pulvérulentes dans les vésicules pulmonaires : c'est ce qu'on a déjà vu dans l'observation XXXVIII. En voici encore quelques exemples.

Expérience XLVI. — Je fis, dans les narines d'un lapin, une injection d'eau chargée de noir animal. Il y eut des accidents de suffocation indiquant le passage du liquide dans la trachée artère. Le lendemain, l'animal présentait de l'inappétence, de l'abattement, les yeux ternes; au bout de 4 jours, ces accidents cessèrent. Deux mois plus tard, je pratiquai avec le même succès une nouvelle injection. Dix jours après celle-ci, je tuai cet animal par section de la moelle allongée.

Les vésicules pulmonaires sont en partie remplies de noir animal, sans qu'il y ait de traces d'inflammation. On en trouve des molécules ayant jusqu'à 0,024 millimètres, infiltrées dans le tissu

intervésiculaire et interlobulaire. Le sang des veines pulmonaires, des deux ventricules du cœur, de la veine cave, des veines iliaques renferme de nombreuses particules noires, inattaquables par tous les réactifs. Le foie offre par places des amas de quelques particules semblables ayant jusqu'à 0,024 millimètres de diamètre. Je n'en trouve ni dans la rate, ni dans les reins, ni dans le pancréas, ni dans les ganglions mésentériques, ni dans les ganglions inguinaux. Mais les organes où leur existence est surtout remarquable, ce sont les ganglions bronchiques. Là, il n'est pas besoin d'employer le microscope pour en constater la présence; à l'œil nu ces ganglions apparaissent marbrés de lignes, de taches et de points noirs qui remplissent en grande partie leur tissu. Cette matière noire résiste à tous les réactifs, comme le charbon lui-même. Au microscope, on voit qu'elle est constituée par des particules de 0,002 à 0,01 millimètre de diamètre; rarement elles dépassent cette dernière dimension, et elles sont d'autant plus nombreuses qu'elles sont plus petites.

Expérience XLVII. — Je pratiquai à un lapin l'opération de la trachéotomie; je lui introduisis dans la trachée une sonde en gomme élastique, et j'y injectai 10 à 15 grammes d'eau chargée de noir animal, dont à la vérité une partie fut rejetée au dehors. Il y eut quelques accidents de suffocation dont il se remit bientôt. Trois jours après, je fis une nouvelle injection, avec le même liquide, et je la répétai les deux jours suivants. Un mois après ces dernières injections, ce lapin fut tué par section de la moelle allongée. Beaucoup de vésicules pulmonaires étaient remplies de noir animal. Il y en avait des molécules assez nombreuses dans le sang du cœur; il y en avait dans la veine porte, dans le foie, dans la rate. Les ganglions bronchiques regorgeaient à tel point de particules charbonneuses qu'ils étaient tout noirs. Ces molécules avaient 0,005 à 0,01 millimètre de diamètre, rarement davantage; elles présentaient tous les caractères chimiques du charbon.

Dans ces expériences, on vient de voir l'emploi de deux modes opératoires différents : l'injection par le nez et la trachéotomie. Tous les deux conduisent également au but; cependant l'injection par le nez doit être pratiquée avec beaucoup de précaution, parce

qu'elle détermine très-facilement la suffocation, qui est beaucou moins à craindre avec la trachéotomie. La raison en est que l'excès de matière injectée est facilement expulsé par la plaie de la trachée, tandis qu'il ne l'est pas par la glotte.

Toutes les fois que j'ai fait passer des substances pulvérulentes dans les vésicules pulmonaires, je suis arrivé au même résultat On observe du reste la même chose chez l'homme dans la fauss mélanose du poumon, où l'on retrouve dans les ganglions bron chiques la même matière noire que dans le poumon. Et qu'on n dise pas qu'elle s'y forme de toutes pièces. En effet, si les ganglion lymphatiques avaient une tendance à former de semblables pro duits, on en trouverait dans tous les ganglions, à l'aisselle, à l'aine dans le mésentère, et non pas uniquement dans le médiastin. S cela était, ne trouverait-on pas parfois les ganglions injectés d matière noire, sans que les poumons le fussent? Enfin, plusieu fois il m'est arrivé de trouver entre les ganglions et le poumo des traînées, des lignes noires constituées par des vaisseaux lym phatiques remplis de la même matière.

Les ganglions lymphatiques des parties qui sont le siége d'hé morragies intersticielles, ou d'inflammations accompagnées pl ou moins d'extravasations sanguines, présentent souvent une col ration rougeâtre, due à des globules de sang contenus et infiltr dans leur intérieur. Ces globules doivent, comme les particul solides, avoir été amenés là du dehors, car on ne comprend p comment une contusion déterminerait une extravasation de san dans les ganglions correspondants, qui sont souvent très-éloign de l'endroit blessé.

Il résulte de ces faits que les particules solides qui passent da le torrent de la circulation, passent par les ganglions lymphatiqu de la partie dans laquelle s'opère la pénétration, et que souve elles y séjournent en grande partie. C'est là une loi générale. Po que cela ait lieu, il faut nécessairement que la pénétration se fas primitivement dans les lymphatiques; car si elle avait lieu da les veines, il n'y aurait aucune raison pour que les molécul vinssent justement choisir ces ganglions-là pour s'y déposer. No pouvons donc en conclure que c'est par le système lymphatiq

que s'opère, au moins en majeure partie, le passage des particules solides dans l'économie animale.

Cependant MM. Donders et Mensonides ne sont jamais parvenus à constater positivement la présence de ces particules dans les ganglions, tandis qu'ils l'ont constatée maintes fois dans le sang, les poumons, le foie, etc. Sans doute dans beaucoup de cas, ils ne dirigèrent pas leur attention de ce côté; mais il n'en fut pas de même pour tous, et pourtant ils ne parvinrent pas à pouvoir affirmer le passage de ces particules par le système lymphatique, bien qu'ils le regardassent comme vraisemblable. Moi-même j'ai observé des cas semblables ; et en voici un entre autres qui m'a paru on ne peut plus concluant.

Expérience XLVIII. — Je nourris un chien avec des pommes de terre mêlées de noir animal; parfois j'y mêlai du vermillon et surtout du bleu de Prusse. Cette alimentation fut continuée pendant 50 jours, mais seulement d'une manière irrégulière, parce que, dans l'entre-temps, on lui donnait d'autres aliments, et entre autres des os, qui, étant mieux de son goût, lui faisaient négliger ceux-là. Cependant, plusieurs fois je vis ses excréments colorés en noir, preuve certaine qu'il avait avalé des matières colorantes. Je l'empoisonnai avec la strychnine et l'examinai de suite après. Les villosités intestinales étaient en état de contraction et revêtues de leur épithélium. L'intestin ne contenait pas de molécules colorées, et depuis quelques jours déjà, le chien n'avait plus voulu avaler les aliments qui en renfermaient. Les caillots contenus dans le cœur et dans les veines contenaient des granules de noir animal : la rate en contenait aussi, à tel point qu'il était impossible d'examiner une parcelle de son tissu sans voir apparaître au moins une particule noire dans le champ du microscope. Le foie en présentait beaucoup moins et les ganglions mésentériques presque pas, à tel point qu'il fallait chercher bien longtemps avant d'en rencontrer; ils n'en renfermaient pas plus que les ganglions bronchiques. Mais là où les particules solides étaient les plus nombreuses, c'étaient les poumons, surtout vers leurs bords; là on en voyait des amas composés parfois de dix à quinze granules qui ne paraissaient nullement contenus dans des

vaisseaux. Ils présentaient les formes, la couleur et les réactions du noir animal. Il y avait aussi quelques particules rougeâtres semblables à celles du vermillon, et d'autres offraient un reflet bleuâtre qui rappelait le bleu de Prusse.

On trouve dans ce cas, comme dans ceux observés par M. Donders, les circonstances suivantes :

1° Les particules solides avaient pénétré dans le système vasculaire;

2° Elles se présentaient en plus grande quantité dans les poumons, en quantité beaucoup moindre dans le foie ;

3° Les ganglions du mésentère en contenaient à peine.

Comment expliquer ces cas et les concilier avec ce que j'ai dit précédemment? D'abord, ils ne contrarient nullement cette loi que j'ai posée, que c'est généralement par le système lymphatique que pénètrent les particules solides. Ils la contrarient tellement peu, que c'est sur eux que M. Donders s'est basé pour la faire pressentir. La présence de ces particules en abondance dans les ganglions lympathiques constitue un fait positif, qui prouve d'une manière irrévocable que c'est par le système lymphatique que la pénétration s'opère. L'absence de ces particules dans ces mêmes ganglions, dans certains cas donnés, constitue un fait négatif qui ne détruit nullement la preuve primitive ni le principe qui en découle. Il les détruit d'autant moins que là même, comme l'a dit M. Donders, il y a un fait, l'arrêt dans le système pulmonaire, qui met de suite sur la voie de ce même principe. La seule conclusion qu'on puisse légitimement en tirer, c'est qu'il existe des circonstances dans lesquelles les particules ne s'arrêtent pas dans les ganglions. Je vais tâcher de déterminer ces circonstances, d'après les faits relatés précédemment.

Les cas dans lesquels, dans mes expériences, les ganglions lymphatiques se sont montrés farcis de particules solides au point que leur réplétion pouvait être appréciée à l'œil nu, appartiennent principalement à deux catégories, ce sont :

1° Des cas dans lesquels il y avait eu injection dans les vésicules pulmonaires ;

2° Des cas dans lesquels les particules, ingérées dans l'intestin,

avaient sur de larges surfaces infiltré le tissu de la muqueuse, où, par conséquent, la pénétration avait eu lieu rapidement et en grande quantité (observations XXXIV, XXXV, XXXVII et XXXVIII). D'autre part, les ganglions bronchiques regorgent de la matière noire qui colore les poumons atteints de pseudo-mélanose, et les substances colorées employées au tatouage se retrouvent dans les ganglions correspondants. Ces faits nous donnent la clef du phénomène : on ne trouve pas de particules solides dans les ganglions, lorsque la pénétration a eu lieu lentement, molécule à molécule. On les rencontre quand elle a eu lieu rapidement et en quelque sorte en masse, peut-être aussi quand elle s'est continuée pendant un temps très-long.

J'ai dit qu'en général jamais on ne parvenait à voir les particules solides dans les vaisseaux lymphatiques. Il y a cependant une exception à laquelle j'ai déjà fait allusion : c'est pour la pénétration des globules sanguins, parce qu'elle a lieu souvent en quantité assez considérable. Mascagni vit, dans deux cas d'épanchement traumatique de sang dans la cavité pleurale, tous les lymphatiques des parois de cette cavité pleins d'un liquide sanguinolent (1). Il fit la même observation relativement aux vaisseaux lymphatiques des parois de la cavité péritonéale dans des cas d'épanchement traumatique dans cette cavité. Il en conclut à l'absorption par ces vaisseaux du sang épanché.

M. Herbst coupa l'artère mammaire interne d'une chienne, de façon à déterminer un épanchement de sang dans la plèvre, et tua cet animal au bout de 24 heures. Il y avait pleurésie avec dépôt de fausses membranes : on n'apercevait pas les lymphatiques des parois pleurales, mais les ganglions bronchiques, et les lymphatiques efférents offraient une coloration rouge due à des globules de sang contenus dans leur intérieur (2).

Un autre chien fut saigné, puis reçut dans la plèvre gauche

(1) *Vasorum lymphaticorum corporis humani historia;* Sienne, 1787, p. 20.

(2) *Op. citat.*, p. 232.

une injection de sang de veau défibriné, et mourut au bout de 18 heures. Les vaisseaux lymphatiques des deux plèvres, ainsi que le canal thoracique, étaient remplis d'un liquide rougeâtre, rendu tel par des globules de sang. M. Herbst conclut de ses expériences que le sang contenu dans ces vaisseaux ne provient pas de la cavité même, mais du tissu où il a été extravasé par les vaisseaux sanguins par suite de l'état congestif ou inflammatoire déterminé par l'expérience. Le dernier fait, où les lymphatiques des deux plèvres étaient colorés de même, paraît lui donner raison.

Mais M. Von Wittich a observé deux faits qui ne souffrent pas la même interprétation. Un chien saisit un lapin par le milieu des membres postérieurs. Au bout de 6 à 7 heures, on lui ouvrit l'abdomen; les vaisseaux chylifères de la moitié inférieure de l'iléon étaient colorés en rouge foncé. On pouvait les suivre à travers le péritoine et la tunique musculeuse de l'intestin jusque dans la muqueuse, où ils aboutissaient à des espaces dépourvus de parois propres et remplis aussi de globules de sang. La partie correspondante de l'intestin renfermait une masse de sang, la muqueuse lavée présentait un aspect très-finement ponctué, et nulle part de rougeur diffuse. Cette ponctuation était due à des villosités remplies de globules sanguins tantôt épars dans leur tissu, tantôt déjà contenus dans le lymphatique central. Les vaisseaux de l'intestin étaient presque exsangues. Il y avait donc là, ou bien passage de globules de sang de l'intestin dans les chylifères, ou bien rupture d'un tronc sanguin dans le tronc d'un vaisseau lacté, ou bien rupture simultanée des vaisseaux sanguins et chylifères sur toute la muqueuse de l'iléon. La rupture d'un tronc lymphatique n'aurait pas pu déterminer la réplétion des capillaires à cause des valvules qui empêchent le reflux. Une rupture simultanée de tous les capillaires aurait amené une ecchymose générale; il n'y en avait pas. Il n'y avait d'ailleurs pas, comme dans les cas rapportés par M. Herbst, une congestion ou une inflammation qui aurait pu déterminer le passage du sang dans les tissus et de là dans les lymphatiques. Il devait donc y avoir pénétration des globules san-

guins de la cavité intestinale (1). M. Von Wittich injecta alors du sang défibriné dans le cœcum de deux lapins; il les tua au bout de 5 heures (2). L'un des deux ne présentait rien; chez l'autre, les chylifères du cœcum offraient une coloration rougeâtre, et contenaient des globules de sang bien distincts.

Ces observations viennent confirmer ce que j'ai dit dans ce chapitre; elles nous montrent les globules sanguins contenus dans les tissus ou les cavités, pénétrant dans le système lymphatique. La première observation de M. Von Wittich rappelle tout à fait mes expériences XXXIV et XXXV; les globules de sang y apparaissent infiltrés dans le tissu des villosités, comme les particules solides.

CHAPITRE VIII.

ACTION ET DESTINATION DES PARTICULES SOLIDES INTRODUITES DANS LES TISSUS ANIMAUX. — RAPPORTS DE LEUR PÉNÉTRATION AVEC L'ACTE DE L'ABSORPTION.

J'ai, dans ce qui précède, démontré la pénétration des particules solides dans l'économie animale, et expliqué son mécanisme. Maintenant une autre question se présente à nous. Que deviennent ces particules et quelle action exercent-elles sur l'organisme? Sont-elles, comme les substances liquides ou dissoutes, expulsées par les sécrétions? Rien ne le prouve; pas plus que MM. Oesterlen, Donders et Mensonides, je n'ai jamais pu en découvrir de traces dans les produits de celles-ci, ni dans l'urine, ni dans la bile, ni dans la salive. Au contraire on les retrouve parfois au bout d'un temps excessivement long dans les tissus. Tâchons donc de les suivre jusqu'au terme de leur course.

(1) *Beiträge zur Frage über Fettresorption*, dans Virchows, *Archiv.*; Berlin, 1857, t. XI, p. 57.

(2) *Ibid.*, p. 47.

Nous avons vu, dans le chapitre précédent, que les particules solides sont d'abord arrêtées dans les ganglions lymphatiques, et qu'elles peuvent s'y amasser en quantité considérable, pourvu que leur pénétration s'effectue avec une certaine activité. Ces molécules paraissent ne jamais aller plus loin, mais séjourner indéfiniment dans les ganglions. Cela est prouvé par ce qui se passe dans le tatouage : de longues années après qu'il a eu lieu, on trouve les ganglions axillaires imprégnés des matières colorantes qui ont été employées. En voici un exemple remarquable.

Expérience XLIX. — Un homme de 82 ans portait sur la face dorsale du premier métacarpien et de la partie correspondante du carpe, un dessin tatoué en noir. Ce dessin avait été tracé lorsqu'il était soldat, entre 20 et 30 ans; il datait par conséquent d'au delà de 50 ans. A son niveau, le derme était parcouru par des lignes noires qui occupaient toute son épaisseur, et qui étaient formées par des molécules arrondies, noires, ayant 0,0005 à 0,0054 millimètres de diamètre. Deux ganglions axillaires présentaient à leur centre la même coloration, qui occupait une grande partie de leur étendue, et qui était due aux mêmes granules.

Cette observation nous montre 1° que des particules solides peuvent rester indéfiniment dans le tissu où elles ont été déposées; 2° qu'elles séjournent indéfiniment aussi dans les ganglions dans lesquels elles ont été transportées. Je crois pouvoir sans abus employer le mot *indéfiniment*, lorsqu'on vient de voir une période de plus de 50 années s'écouler entre le dépôt et le transport de la matière colorante, et l'autopsie qui l'a fait retrouver. La première conséquence est d'accord avec une foule de faits : ainsi, on sait que des grains de poudre à canon enchâssés dans le derme y restent toujours. Les individus tatoués gardent jusque dans l'âge le plus avancé les stigmates dont on leur a couvert la peau. Chez les individus qui ont fait un usage interne très-prolongé du nitrate d'argent, il se dépose dans les couches du derme, sous l'influence de la lumière, un précipité très-ténu qui colore la peau en une teinte ardoisée; cette teinte est indélébile, et accuse la ténacité désespérante des particules qui composent le précipité.

Les particules solides qui ont dépassé les ganglions vont, comme

nous l'avons vu, se déposer dans la trame des organes, et principalement des poumons, lorsque ce n'est pas d'eux qu'elles partent. Elles ne sont plus là contenues dans les vaisseaux, elles sont éparses entre les fibres des tissus, comme elles l'étaient à leur point de départ, au lieu où s'opérait la pénétration. Elles doivent donc être sorties des vaisseaux qui les avaient charriées; elles doivent, par conséquent, avoir traversé les parois des vaisseaux sanguins. Cela peut avoir lieu de deux manières, soit par rupture, soit par écartement des fibres qui composent les petits vaisseaux. On ne comprend pas comment la première pourrait s'opérer, sous l'influence de quelle cause le vaisseau se déchirerait; ensuite, si cela avait lieu, on trouverait autour du corps étranger du sang épanché, on y verrait des globules de sang extravasés et déformés. Or, rien de semblable n'existe; le corps étranger sort seul sans rupture, sans lésion, sans épanchement. On comprend, en effet, que, arrivant dans un petit vaisseau et rencontrant, ce qui est très-fréquent, une place dépourvue d'épithélium, il appuie contre les fibres, les disjoint, les isole et finit par traverser la paroi. Cela fait, les fibres se rejoignent et le vaisseau se trouve dans son état primitif d'intégrité.

Cette manière de voir s'écarte, sans doute, jusqu'à un certain point, des idées généralement admises; cependant elle est rationnelle. Dans les petits vaisseaux, tant artériels que veineux, l'épithélium manque ou est incomplet, et la paroi n'est formée que par quelques fibres longitudinales et transversales. Ces fibres sont séparées par des interstices qui sont parfois de 0,0015 à 0,002 millimètres de diamètre. Ce qui prouve bien qu'il en est ainsi, c'est que ces vaisseaux sont susceptibles de dilatations, d'ectasies considérables, possibles seulement par l'écartement des éléments qui constituent leurs parois. Dans cet état de dilatation, ceux-ci laisseront facilement passer entre eux des globules de sang, et les corps étrangers solides qui peuvent se rencontrer dans leur cavité. Cela est tellement vrai que, comme M. Virchow l'a observé dans les ectasies considérables, les parties des vaisseaux qui se touchent communiquent les unes avec les autres par des aréoles constituées par l'écartement des fibres dont se compose leur tissu. C'est ce

qu'il appelle *ectasie caverneuse;* il l'attribue à l'atrophie et à l'amincissement des parois vasculaires et du tissu cellulaire environnant (1); mais je ne puis y voir qu'une dilatation simple avec écartement des fibres. Cet écartement sera encore favorisé si un corps dur appuie contre la paroi, et est poussé contre elle par le courant de la circulation. On comprend, d'après cela, pourquoi la plupart des molécules s'arrêtent généralement dans les poumons. Cependant toutes ne s'arrêtent pas là, comme M. Robin l'admet d'après M. Cl. Bernard. Ces auteurs prétendent que toutes les substances pulvérulentes introduites par les veines jugulaires ne passent jamais au delà du poumon et s'y arrêtent. Ceci n'est pas exact, les molécules du noir animal poussées dans la veine jugulaire ne passent qu'en partie dans le poumon; le reste va dans les autres organes, et principalement dans le foie. On ne peut donc tirer d'argument de cette dernière circonstance contre la pénétration par les lymphatiques; les particules qui sont poussées directement dans les veines pulmonaires ne s'arrêtent pas nécessairement dans les poumons. Voici une expérience qui montre cette circonstance.

Expérience L. — Je pratiquai dans la veine jugulaire d'un jeune lapin une injection d'eau tiède contenant en suspension du noir de fumée. Cette injection fut poussée vers le cœur, non toutefois sans introduire quelques bulles d'air. La respiration devint courte, le pouls fréquent, et au bout d'une demi-heure, il rendit le dernier soupir. Les poumons renfermaient des particules noires visibles à l'œil nu vers leurs bords. La plupart de ces particules étaient contenues dans les cavités vasculaires; quelques-unes en étaient sorties; nulle part elles n'étaient entourées d'un épanchement sanguin. Dans les autres organes, on ne voyait rien; mais l'examen microscopique y démontrait l'existence des mêmes particules. Dans le foie, elles formaient même des amas assez considérables.

Je ne citerai que cette expérience, toutes les autres que j'ai pratiquées de la même manière ayant fourni les mêmes résultats.

(1) *Ueber die Erweiterung kleinerer Gefässe;* dans *Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie;* Berlin, 1851, t. III, p. 415.

Elles démontrent que les particules solides injectées dans une veine, se comportent exactement comme celles qui ont pénétré par la trame des tissus, qu'elles se déposent dans les différents organes, et surtout dans les poumons.

Les particules solides traversant les parois des petits vaisseaux de dedans en dehors, il n'y a rien d'impossible à ce qu'elles les traversent aussi de dehors en dedans, entraînées par les liquides absorbés. Cependant, on comprend que cela doive avoir lieu plus difficilement, les éléments histologiques des parois vasculaires devant être beaucoup plus facilement écartés par une pression qui s'exerce de dedans en dehors, et qui distend les tubes, que par une pression exercée de dehors en dedans. Peut-être cependant cela pourrait-il avoir lieu dans certains cas de relâchement vasculaire. Si donc les molécules solides passent en général par le système lymphatique, il n'est pas impossible que, de temps en temps, il ne s'en introduise aussi dans le système veineux, surtout si elles sont d'une ténuité suffisante. On comprend facilement qu'il est impossible d'établir ceci sur des faits, les corps que charrient les veines pouvant toujours y être parvenus par l'intermédiaire des lymphatiques.

Ainsi, les particules solides qui, du tissu où elles ont été introduites, ont passé dans le torrent de la circulation en traversant les ganglions lymphatiques, vont se déposer dans le tissu des organes, et principalement des poumons. Dans deux cas, j'ai vu la rate en recéler aussi un nombre assez considérable. Là, ces particules comme je l'ai démontré, peuvent séjourner indéfiniment. Il peut arriver aussi que quelques-unes d'entre elles soient de nouveau reprises par les lymphatiques de l'organe, et aillent en partie se déposer dans ses ganglions, en partie se rendre de nouveau dans le système sanguin pour s'y comporter comme je l'ai dit précédemment. Leur but final est donc toujours la trame d'un tissu quelconque, où elles vont se déposer et séjourner.

Quant à leur action physiologique ou toxique, elle est tout à fait nulle. On peut faire passer dans les veines du vert de Schweinfurt (arsénite de cuivre), du chromate de plomb, du silicate de cuivre, de l'oxyde de chrome, sans que les animaux auxquels on

pratique ces expériences en souffrent. Ces substances insolubles se comportent comme particules solides, conformément à ce que j'ai exposé précédemment, et nullement comme arsenic, cuivre, plomb ou chrome. Un effet physiologique ou toxique exige pour sa production une action chimique sur les tissus vivants, action dont il n'est que la manifestation; or, ces particules sont incapables d'en exercer aucune. Il faut bien faire attention que ceci ne serait pas applicable au cas où les particules solides seraient attaquables par les fluides de l'économie; dans ces cas, des effets pourraient se produire, parce que l'action chimique qui en est la condition existerait. Ici donc M. Mialhe a raison, et nous pouvons comme lui répéter avec les anciens : *corpora non agunt nisi sint soluta.* Mais il y a une différence entre agir et pénétrer dans le torrent de la circulation.

Il me reste maintenant à établir les rapports de la pénétration des particules solides avec l'acte de l'absorption. Pour cela, nous devons en premier lieu définir celui-ci.

Burdach définit l'absorption : « La faculté que tous les êtres » organisés possèdent de recevoir des liquides dans l'intérieur » de leur corps et dans leur suc vital (1). » Bérard la définit : « L'acte ou les actes par lesquels une matière liquide ou gazeuse » quelconque, étant au contact d'une partie vivante, pénètre » les vaisseaux ou simplement la trame, l'épaisseur de cette » partie (2). » Ces auteurs ne séparaient pas l'absorption de l'infiltration, puisqu'ils faisaient entrer dans leur définition la pénétration dans la trame des tissus. Cette séparation a été effectuée par M. Gluge, qui a donné une définition à la fois plus courte et plus exacte, en disant que « l'absorption est la pénétration des » liquides dans le sang (3). » On pourrait aux liquides ajouter les gaz; cependant il me semble qu'on peut sans inconvénient négliger d'en faire mention, vu qu'ils sont absorbés grâce à leur dissolution dans les liquides, ou à une action chimique qu'ils exercent sur eux.

(1) *Traité de physiologie*, traduit par Jourdan; Paris, 1841, t. IX, p. 2.
(2) *Cours de physiologie*, t. II, p. 561.
(3) *Physiologie*; Bruxelles, 1850, t. I, p. 76.

Les liquides aqueux absorbés commencent par imbiber les tissus; là où il y a des cellules épithéliales, ils passent tant par leur cavité que par leurs interstices, et arrivent ainsi aux tissus sous-jacents. Là, ils passent entre les fibres jusque dans les cavités vasculaires; ils passent plus vite et en plus grande quantité dans les veines que dans les lymphatiques.

Voilà ce qui a lieu pour les liquides aqueux. Mais il y en a d'autres qui ne sont pas solubles dans l'eau, qui ne mouillent pas les tissus et qui sont aussi absorbés : ce sont les liquides gras.

Nous avons étudié leur absorption dans le chapitre IV; nous avons vu qu'elle s'exerçait sur ces liquides divisés en gouttelettes très-ténues. Par là donc, comme je l'ai dit, ces corps se rapprochent des particules solides, insolubles aussi dans l'eau. Nous avons vu que leurs gouttelettes entrent dans les cellules épithéliales par leur paroi externe, en vertu de la porosité de celle-ci; qu'elles en sortent par leur paroi interne, en vertu de la même porosité; qu'elles passent ensuite, entraînées par les liquides aqueux dans lesquels elles sont suspendues, dans les interstices des tissus, et qu'elles arrivent ainsi jusqu'aux vaisseaux lymphatiques à travers les parois desquels elles s'insinuent. Elles peuvent aussi pénétrer dans les veines par le même mécanisme; mais c'est toujours en moindre quantité; la règle, c'est leur passage dans le système lymphatique.

Que l'on se reporte maintenant au mécanisme de la pénétration des particules solides tel que je l'ai établi, et on verra qu'il offre, avec l'absorption des corps gras, de notables analogies. Là aussi la pénétration a lieu principalement, peut-être même exclusivement, dans la plupart des cas, par le système lymphatique. Là aussi les molécules sont entraînées avec les liquides absorbés dans les interstices des fibres qui composent les tissus. Jusque-là tout est analogie entre les deux actes; ici commencent les différences. Pour arriver à ces interstices, les particules solides ne traversent pas les cellules épithéliales; il faut que celles-ci soient détachées, et que le contact ait lieu immédiatement avec les tissus sous-jacents. Quant à ceux-ci, il faut, dès que les particules ont un certain volume, qu'il y ait écartement de leurs fibres, soit par pression, soit

par relâchement; les gouttelettes de graisse, divisibles à l'infini et flexibles, passent sans écartement préalable dans ces interstices.

On voit qu'il y a de grands rapports entre l'absorption de la graisse et la pénétration des particules solides; cependant, il n'y a pas pour cela identité. L'absorption est un acte nécessaire, fatal, indispensable à l'entretien de la vie; sa cessation serait la mort. La pénétration des particules solides, au contraire, est un acte éventuel, accidentel, contingent, qui n'a lieu que dans certaines conditions, qui peut ne pas avoir lieu, et qui souvent, en effet, n'a pas lieu. L'absorption a lieu par les surfaces muqueuses dans leur état d'intégrité, tandis que la pénétration des particules solides ne peut avoir lieu que pour autant que l'épithélium soit absent.

Les particules solides présentent aussi avec les corps gras des analogies quant à leur destination, à leur dernier aboutissant. Comme elles, les corps gras en excès dans l'économie vont se déposer dans la trame des organes, comme il résulte des recherches de MM. Gluge et Thiernesse. Mais là aussi s'arrête l'analogie. Ils se rencontrent en plus grande quantité dans le foie et non dans les poumons. Leurs gouttelettes ne se rencontrent pas uniquement dans les interstices des tissus, mais aussi dans les cellules elles-mêmes, comme ces savants l'ont également démontré. Cette dernière différence entre ces deux sortes de corps, parvenus au terme de leur parcours, correspond à celle que nous avons rencontrée à leur point de départ, où nous avons vu les gouttelettes de graisse pénétrer dans les cellules de l'épithélium, qui n'admettent jamais les particules solides. Quant aux globules de mercure, leur pénétration se fait par le même mécanisme que celle des particules solides; jamais je ne les ai rencontrées dans les cavités des cellules épithéliales, et leur cohésion comme leur pesanteur s'oppose à ce qu'elles se divisent et s'émulsionnent comme les corps gras.

Les particules solides insolubles sont, avons-nous dit, sans action physiologique ni toxique sur l'organisme; cependant, si elles pénétraient en masse trop considérable, elles pourraient exercer une action mécanique très-préjudiciable, encombrer les tissus, étouffer les éléments organiques, empêcher la circulation. Les

œufs des entozoaires, les sporules des entophytes, portés partout avec le sang, trouveraient l'endroit convenable à leur développement, et l'organisme, envahi par ces parasites, succomberait prématurément; l'espèce même serait en danger. Il devait donc y avoir une barrière qui mît obstacle à cette pénétration sans cependant empêcher l'absorption, surtout celle des corps gras, nécessaires à la nutrition. Cette barrière, la nature ne l'a pas faite unique, mais multiple, afin d'empêcher plus sûrement ces inconvénients. Une première barrière est posée par les tissus épidermiques. A la peau, en contact partout et à chaque instant avec des substances nuisibles, tant dissoutes qu'insolubles, cette barrière est constituée par l'épiderme; elle est tellement épaisse et résistante que les liquides même ne la traversent que difficilement. Dans l'intestin, où l'absorption devait être très-active, c'est une simple couche de cellules perméable pour les liquides et la graisse, imperméable pour les solides. Chez les amphibies et les poissons, qui sont exposés à avaler des substances solides pulvérulentes, cet épithélium est beaucoup plus épais et plus résistant que chez les oiseaux, chez lesquels il l'est plus que chez les mammifères. C'est dans les poumons que cette couche protectrice est la moins efficace, parce que ces organes ne doivent recevoir que de l'air et parce que l'absorption y est beaucoup plus active. Aussi est-ce par eux que la pénétration des particules solides a lieu le plus facilement. Quant aux séreuses, closes de toutes parts, leur épithélium ne constitue même pas un appareil de protection, vu qu'il se détache lorsque des corps étrangers viennent se mettre en contact avec lui. On voit ici, comme partout dans la nature, cette admirable prévoyance de la force créatrice qui a adapté chaque organisation aux rapports qu'elle doit subir. Je ne donne pas ici une explication téléologique; mais comme partout il y a identité parfaite entre l'idée et sa réalisation, je ne fais que constater un fait qui consacre cette identité, et pour ne pas le faire, il faudrait supprimer les faits.

Après avoir franchi cette première barrière, les particules solides en rencontrent une seconde : ce sont les ganglions lymphatiques, qui les arrêtent au passage en grande partie. Ce sont eux

qui arrêtent les molécules charbonneuses qui pénètrent par les vaisseaux lymphatiques pulmonaires. Ce sont eux qui arrêtent au passage les éléments pyogéniques, cancéreux, tuberculeux, qui, des organes où ces produits se sont développés primitivement, tendent à se répandre dans l'économie et à l'infecter. Ce sont eux qui arrêtent au passage le plus cancereux résorbé. Ce sont peut-être les ganglions mésentériques qui arrêtent la matière typhique, que les chylifères puisent dans les plaques de Peyer qui en sont infiltrées. Nous les avons vus arrêter des œufs d'entozoaires (observation XXXI). Voilà pourquoi ces organes ressentent si souvent le retentissement des affections des parties auxquelles ils correspondent. Les ganglions lymphatiques ne sont donc pas seulement des organes d'élaboration et de propulsion pour la lymphe; ce sont aussi des organes de protection pour l'organisme, des organes de protection contre les agents nuisibles qui tendent à l'envahir. Ce rôle, passé jusqu'à présent inaperçu, et qui nous est révélé par l'étude de la pénétration des particules solides, n'est, je pense, pas moins essentiel que les autres.

Après avoir franchi cette barrière, les particules solides en trouvent une troisième : ce sont les poumons où la plus grande partie d'entre elles s'arrêtent définitivement. Les poumons sont disposés de façon à pouvoir contenir des particules solides très-abondantes, sans préjudice pour l'organisme; la preuve en est dans la fausse mélanose ou anthracose pulmonaire. Ils peuvent donc impunément servir de troisième barrière à ces corps. Cet ensemble d'obstacles à la pénétration des particules solides n'existe ainsi disposé que chez les mammifères. Chez les oiseaux, les ganglions n'existent plus qu'au cou; le mésentère en particulier n'en présente pas; les barrières sont donc réduites à deux, qui sont l'épithélium et les poumons. Chez les reptiles, il n'y en a plus qu'une, qui est le tissu épithélial, le sang ne passant plus que partiellement par les poumons. Aussi l'épithélium intestinal est-il, comme nous l'avons vu, bien plus épais, plus fort est plus résistant que chez les animaux supérieurs.

Ainsi la nature a établi des barrières qui, sans s'opposer à l'absorption par laquelle doivent pénétrer tous les matériaux utiles

à la nutrition, arrêtent au passage ceux qui, étant inutiles et de plus impossibles à expulser, pourraient surcharger l'organisme et gêner son fonctionnement.

CHAPITRE IX.

CONCLUSIONS.

Je vais résumer en quelques propositions les principales conclusions qui ressortent de mon travail.

1° La pénétration des particules solides dans les tissus de l'économie animale constitue un fait incontestable.

2° Elle se fait beaucoup plus difficilement chez les reptiles et les poissons que chez les oiseaux et surtout les mammifères.

3° La pénétration des particules solides s'opère facilement, lorsqu'elles se trouvent en contact avec des tissus privés de leur enveloppe épidermique.

4° Elle ne s'opère ni par des bouches absorbantes, ni par dilacération des tissus, ni par des pores qui seraient creusés dans leurs éléments constitutifs, ni en déterminant leur résorption progressive.

5° Elle se fait par infiltration des particules entre les fibres des tissus.

6° Ces particules parviennent dans les radicules des vaisseaux lymphatiques; peut-être aussi, mais seulement par exception, pénètrent-elles quelquefois dans les veines.

7° Les enveloppes épidermiques s'opposent à la pénétration des particules solides.

8° Ces particules sont en grande partie arrêtées par les ganglions lymphatiques.

9° Celles qui parviennent plus loin ne sont pas éliminées par les sécrétions; elles vont se déposer dans la trame des organes, et surtout des poumons; elles peuvent y séjourner indéfiniment.

10° Elles sont dépourvues de toute action physiologique ou

toxique, à moins qu'elles ne puissent être modifiées par les fluides de l'organisme.

11° La pénétration des particules solides présente de grands rapports avec l'absorption des corps gras; comme leurs gouttelettes, elles passent dans les interstices des tissus pour se rendre dans la cavité du système lymphatique ; les unes et les autres vont se déposer dans le tissu des organes.

12° La principale différence entre les gouttelettes de graisse et les particules solides, c'est que les premières pénètrent, tant à leur point de départ qu'à leur point d'arrivée, dans l'intérieur des cellules, dont les secondes sont totalement exclues.

APPENDICE.

CHAPITRE PREMIER.

CONSIDÉRATIONS SUR L'ANTHRACOSE PULMONAIRE.

Ici se termine tout ce que j'ai à dire sur le passage des particules solides à travers l'organisme. Je les ai prises à leur point de départ, et je les ai suivies jusqu'à leur point d'arrivée, en montrant successivement tous les obstacles qu'elles ont à franchir. Cependant à mon sujet se rattachent intimement deux points dont je ne puis m'empêcher de dire quelques mots : ce sont la question de l'anthracose pulmonaire, et celle des hémorragies par diapédèse. Je ne veux pas ici, qu'on le note bien, traiter *ex professo* ces deux points, mais seulement les toucher pour autant qu'ils tiennent à mon sujet.

Tous les anatomistes savent qu'en ouvrant la poitrine d'un homme adulte ou encore mieux d'un vieillard, on voit les poumons marbrés de taches et de lignes noires plus ou moins étendues,

Cette matière a provoqué de nombreuses recherches et discussions, qui n'ont pas encore conduit à des conclusions positives sur son origine. Bayle et Laennec, qui l'ont les premiers bien constatée et décrite, la désignèrent sous le nom de mélanose, et la regardèrent au moins en partie comme un dépôt accidentel dû à l'inspiration de la fumée des lampes et des foyers (1). Avant Laennec, en 1813, Pearson (2) avait démontré positivement que la matière noire des poumons et des ganglions bronchiques était constituée par du charbon : il la trouva inattaquable par les acides et les alcalis concentrés et par le chlore. Il croit que ce charbon est introduit dans les poumons par l'air inspiré, et qu'il est transporté jusqu'aux ganglions par les vaisseaux absorbants. En 1831, Gregory (3) publia l'observation d'un individu employé depuis 10 à 12 ans dans les houillères, qui fut atteint de symptômes analogues à ceux de la phthisie pulmonaire, avec expectoration noire. A l'autopsie, on trouva les deux poumons présentant une coloration noire uniforme, et dans le poumon droit des cavernes colorées aussi en noir, ainsi que le fluide qu'elles contenaient. La matière noire fut analysée par Christison qui lui trouva tous les caractères de la houille : même inaltérabilité par les acides et les alcalis concentrés et par le chlore, mêmes produits à la distillation sèche. Graham (4), Gibson (5), Marshall Hall (6), Stratton (7) et Makellar (8)

(1) Laennec, *Traité de l'auscultation médicale;* Paris, 1837, t. II, p. 312.

(2) Dans les *Philosophical transactions;* Londres, 1813, p. 319.

(3) *Case of pecular black infiltration of the whole lungs, ressembling melanosis,* dans *The Edinburgh medical and surgical Journal,* 1831, t. XXXVI, p. 389. Gazette médicale de Paris, *Recherches sur un état pathologique particulier aux charbonniers;* 1835, t. III, p. 337.

(4) *Du charbon dans les poumons, Gazette médicale de Paris;* 1834, t. I, p. 809. — Gazette médicale de Paris, 1835, article cité, p. 337.

(5) *On the phthisis melanotica,* dans *the Lancet;* 1834, t. II, p. 321.

(6) *Cases of spurious melanosis of the lungs,* dans *the Lancet;* 1834, pp. 271 et 926.

(7) *Case of anthracosis, Edinburgh medical and surgical Journal;* 1838, p. 490. — Gazette médicale de Paris; 1838, p. 282.

(8) *On the spurious melanosis,* dans *Monthly Journal of medical sciences.* Edimbourg, septembre 1845 à février 1846.

vinrent confirmer ces recherches. Ils trouvèrent dans les poumons des houilleurs, des masses noires, à cassure brillante, offrant tout à fait l'aspect de la houille. Stratton imagina pour désigner cet état le mot d'anthracose, *anthracosis*. Löwe a trouvé les poumons des houilleurs remplis de concrétions de fine poussière de charbon, et la muqueuse bronchique teinte par cette poussière jusque dans ses plus petites ramifications (1). La plupart des anatomo-pathologistes français et allemands au contraire considéraient ces dépôts et ces taches comme le résultat d'un dépôt pigmentaire provenant du sang. Je citerai ici Andral, Cruveilhier, Lobstein, Rokitansky, Vogel, Bendz, Virchow, Bock, Heusinger, Hasse, Lébert, etc..... En 1844, MM. Natalis Guillot et Melsens publièrent des recherches desquelles il résulte, comme l'avaient déjà prouvé les recherches de Pearson, de Graham, de Christison, que cette matière est bien réellement du charbon à un état excessif de division (2). Cependant M. Natalis Guillot croit que ce charbon ne provient pas du dehors, mais que son dépôt résulte d'un acte vital. Il prétend démontrer (3) que cette matière n'est pas formée par du sang, que ce n'est pas un produit de sécrétion ; qu'elle est sans analogie avec le pigment; qu'elle n'est pas un produit d'inflammation chronique. Elle n'est jamais déposée à la surface des tuyaux bronchiques, mais à côté d'eux dans le tissu qui les environne. Cependant M. Rillict (4) admet que cette altération est produite par le charbon amené du dehors. M. Gluge distingue la mélanose, constituée par des granules qui sont parfois libres, mais généralement enfermés dans des cellules à noyaux, qui sont quelquefois fusiformes, des dépôts de

(1) *Ueber die Krankheiten der Bergleute in Kohlgruben*, dans *Hufelands Journal;* 1838, t. LXXXVI, p. 6.

(2) Natalis Guillot, *Note sur le charbon qui se produit dans les poumons de l'homme pendant l'âge mûr et la vieillesse;* Comptes rendus hebdomadaires de l'Académie des sciences de Paris; 1844, t. XIX, p. 1291. — Melsens, *Recherches chimiques sur la matière des mélanoses;* ibid., p. 1292.

(3) *Recherches anatomiques et pathologiques sur les amas de charbon produits pendant la vie dans les organes respiratoires de l'homme;* Archives générales de médecine. Paris, 1844, t. VII, p. 16.

(4) *Mémoire sur la fausse mélanose des poumons;* Archives générales de médecine; 1838, t. II, p. 160.

charbon qui forment des taches et des amas dans les poumons des ouvriers houilleurs (1). MM. Robin et Verdeil croient que cette matière noire provient dans tous les cas du dehors, d'où elle est amenée par la respiration (2). Ce n'est pas ici le lieu d'examiner en détail cette question. Cependant, sans nier la possibilité d'une production pigmentaire, je suis disposé à admettre cette dernière opinion, pour les raisons suivantes :

1° Le dépôt est d'autant plus abondant, règle générale, que l'individu est plus âgé : il n'existe pas chez les enfants;

2° Il n'existe pas chez les animaux; si c'était un produit de l'activité propre des poumons, il devrait exister chez eux aussi, à moins d'admettre que les poumons ont chez l'homme un autre mode de fonctionnement consistant à réduire le charbon;

3° Il s'opère surtout au sommet du poumon, là où la respiration est la moins active. Or, c'est là aussi que l'expulsion des molécules amenées dans les vésicules pulmonaires, se fait le plus difficilement; c'est là que tous les matériaux amenés ou sécrétés séjournent avec le plus d'opiniâtreté. S'il était le résultat du fonctionnement du poumon, la base qui fonctionne plus activement devrait en offrir plus que tout le reste de l'animal. Personne ne croira que ce soit là justement une raison qui explique la prépondérance de ce dépôt vers le sommet, car ce serait nous ramener à la théorie de la combustion pulmonaire;

4° La matière noire des poumons des vieillards est identique par ses caractères physiques, par ses réactions chimiques et par sa composition avec celle qui constitue l'anthracose des houilleurs;

5° L'anthracose se rencontre au plus haut degré chez les houilleurs, mais seulement chez ceux de certains charbonnages. En Angleterre, on a remarqué que c'était principalement dans les charbonnages très-secs, où l'air contient beaucoup de poussière;

6° Dans ces cas, ce ne sont plus uniquement de taches comme

(1) *Atlas der pathologische Anatomie;* Iéna, 1848, livre III, p. 7.

(2) *Traité de chimie anatomique et physiologique*, t. III, p. 517.

celles que nous voyons dans nos autopsies; ce sont des masses dures, compactes, cassantes (1);

7° Les crachats de ces individus sont souvent teints en gris ou en noir, indiquant ainsi la présence de la matière noire dans les vésicules bronchiques.

8° On n'observe jamais de transitions entre les granules noirs des poumons et les globules du sang ou tout autre élément organique. Quant à ce qui regarde leur forme, généralement elles sont fort petites et arrondies, comme celles du noir de fumée et du noir animal. M. Virchow a cru voir des cristaux allongés, que d'autres auteurs y ont depuis remarqués aussi. J'ai examiné plusieurs fois ces prétendus cristaux, et je crois pouvoir assurer que cette idée est le résultat d'une illusion. On en voit dont les bords sont déchiquetés; d'autres présentent sur leurs bords ou à leurs extrémités des inégalités, des dentelures; souvent leurs extrémités elles-mêmes sont inégales. Je crois, en conséquence, que ces particules, considérées comme des cristaux que M. Virchow rapproche des cristaux d'hématine, ne sont que des groupements accidentels de molécules noires charbonneuses;

9° Les granules noirs pulmonaires ne sont jamais comme la matière mélanique proprement dite, renfermés dans des cellules.

10° On voit souvent les molécules noires disposées contre les parois des vésicules pulmonaires et pénétrant entre leurs fibres, exactement comme dans les expériences où l'on a déterminé la pénétration par l'injection de noir animal ou de noir de fumée dans ces vésicules. Ces raisons militent fortement en faveur de l'origine externe du charbon pulmonaire, que rien d'ailleurs ne contredit positivement. Mais ce n'est pas ici le lieu de discuter plus longuement ce point, dont je dois m'occuper seulement pour autant qu'il touche à mon sujet. Que la matière noire soit le produit d'un acte organique spécial, ou qu'elle vienne du dehors, elle infiltre comme les particules introduites artificiellement, le

(1) Je dois dire ici que tout ce que j'avance à propos de la mélanose des houilleurs, je le fais d'après les auteurs qui en ont parlé; moi-même, je n'ai jamais eu l'occasion d'observer cet état, que peuvent voir seulement les médecins qui habitent les contrées où l'on exploite la houille.

tissu pulmonaire. Comme elles aussi elle se porte aux ganglions bronchiques où elle s'arrête en produisant une belle coloration noire; et parfois, comme je l'ai dit, on parvient à constater, sous forme de traînée noire, le trajet même des vaisseaux lymphatiques qui la charrient.

Lorsqu'il y a des adhérences pleurales, souvent on voit les parties correspondantes de la plèvre costale infiltrées aussi de molécules noires charbonneuses. Deux cas peuvent se présenter ici : ou bien ces molécules se sont formées là, ou bien elles y ont été amenées du poumon. Je ne pense pas qu'on puisse supposer que la circulation générale les y apporte comme en leur lieu d'élection. Or, de ces deux possibilités, la seconde seule doit être regardée comme l'expression de la vérité pour les raisons suivantes :

1° La plèvre n'est jamais colorée en noir par elle-même lorsqu'elle ne communique pas directement par des adhérences avec le tissu pulmonaire ;

2° Les adhérences qui servent à établir la liaison sont elles-mêmes infiltrées de molécules noires, qui montrent le chemin par lequel du poumon elles se rendent à la plèvre costale.

Il y a donc là un phénomène de diffusion, d'infiltration, par lequel des molécules solides sont transportées, non dans le système vasculaire, mais d'un point à un autre des tissus sans quitter leur trame, les interstices de leurs éléments.

Ainsi, dans la fausse mélanose ou anthracose pulmonaire, on observe les phénomènes suivants qui se rattachent à mon sujet :

1° Les particules noires, venant probablement du dehors, sont infiltrées entre les fibres du tissu pulmonaire exactement comme les particules solides qu'on a introduites par injection dans les vésicules pulmonaires.

2° Ces particules cheminent à travers le tissus des fausses membranes jusqu'aux côtes et aux muscles intercostaux.

3° Elles pénètrent dans le système lymphatique et vont s'arrêter dans les ganglions bronchiques qu'elles engorgent et colorent en noir.

CHAPITRE II.

DES HÉMORRAGIES PAR DIAPÉDÈSE.

Un autre point de physiologie pathologique qui présente des rapports avec la pénétration des particules solides dans l'organisme, c'est la doctrine des hémorragies. Je vais ici jeter un coup d'œil sur ces rapports; je ne ferai, du reste, qu'effleurer la question, en poser en quelque sorte les jalons, vu que la solution complète ne doit pas en être donnée ici. Il suffira que je montre comment les idées que j'ai émises et les résultats de mes observations trouvent ici leur application et peuvent nous rapprocher de la compréhension et de l'explication de phénomènes dont l'appréciation laisse encore beaucoup à désirer. Comme l'indique l'étymologie du mot hémorragie (αἷμα, sang, ῥήγνυμι, je romps), les anciens attribuaient tout écoulement sanguin à une rupture vasculaire. Érasistrate, au contraire, pensait qu'il résultait de la dilatation des orifices des vaisseaux (bouches exhalantes ou absorbantes); c'est ce qu'on a appelé hémorragies par anastomose. Galien paraît avoir admis le premier l'hémorragie par diapédèse, c'est-à-dire par transsudation du sang à travers les parois vasculaires relâchées. Il admettait du reste, et ses successeurs admirent pendant des siècles, cinq espèces d'hémorragies : 1° par anastomose, ou dilatation des orifices vasculaires; 2° par diapédèse, ou transsudation; 3° par rhexis, ou rupture vasculaire; 3° par diérèse, ou division, plaie des vaisseaux; 5° par diabrose, c'est-à-dire érosion ou ulcération des parois.

Paracelse le premier révoqua en doute cette division, pour n'admettre plus que l'érosion des parois vasculaires par des sucs âcres et caustiques. Bichat admettait uniquement la dilatation des orifices des exhalants. Les modernes, au contraire, n'admettent en général plus qu'une seule cause immédiate d'hémorragie : la rupture des parois vasculaires : telle est la manière de voir de MM. Schönlein, Wunderlich, Henle, Müller, Gluge, Rokitanski,

Bock, Lébert. Voici, entre autres, comment s'exprime à cet égard M. Wunderlich (1) :

« L'ancienne doctrine de l'hémorragie par diapédèse, ne mérite » aujourd'hui plus même d'être réfutée. Les raisons péremptoires » qui doivent la faire rejeter, ont été indiquées par M. Henle (2).

» Après qu'on eut fait table rase de l'erreur des orifices libres » des vaisseaux sanguins, on crut à la possibilité d'un relâchement » des parois vasculaires, suffisant pour permettre aux globules » du sang de passer à travers leurs pores dilatés. Cette hypothèse » n'est démontrée par rien, et elle est superflue. En effet, le retour » régulier de la menstruation, la disposition aux hémorragies » chez les typhisés, les scorbutiques, les individus atteints de dia- » thèse hémorragique, etc., s'expliquent parfaitement bien par » des ruptures capillaires. »

Voilà ce que c'est que l'empire de l'idée préconçue. M. Wunderlich repousse l'hypothèse de la diapédèse comme indigne de l'occuper sérieusement; et pourquoi? Parce qu'il a une autre hypothèse, celle de la rupture des parois vasculaires, qui est capable de tout expliquer. Celle-ci aussi pourtant est une hypothèse, puisque, de l'aveu même de ses partisans, elle a lieu dans des vaisseaux tellement exigus qu'on ne peut la constater *de visu*.

Mais voyons ce que dit M. Henle dans le passage cité par M. Wunderlich. Il dit avec raison qu'il est difficile de constater une rupture des petits vaisseaux, parce qu'avec des grossissements suffisants on n'en voit jamais qu'une partie fort minime.

Il continue ensuite en ces termes (3) :

« Lorsque les vaisseaux ne sont pas complétement déchirés, » mais seulement ouverts latéralement, il peut arriver qu'on ne » retrouve pas les solutions de continuité des capillaires, ni même » des petites artèrs et des petites veines, même lorsqu'on connaît » la place où la rupture s'est effectuée. En examinant au microscope » la membrane natatoire d'une grenouille, on voit parfois tout

(1) *Handbuch der Pathologie und Therapie;* Stuttgart, 1850, t. I, p. 385.

(2) *Handbuch der rationellen Pathologie*, t. II, 1re division; Brunswich, 1847, pp. 568-572.

(3) *Opere citato*, p. 570.

» d'un coup un certain nombre de globules du sang s'en échapper
» et se répandre dans le tissu environnant.

» Cet épanchement opéré, le vaisseau déchiré ne se distingue
» plus en rien des autres. Les bords d'une pareille déchirure
» doivent se rejoindre très-exactement; *les fibres, qui peut-être*
» *ont été, au moins en partie, simplement écartées, doivent de*
» *nouveau se rejoindre.* Cela ressort aussi de ce fait, que des corps
» étrangers forts petits peuvent pénétrer du dehors dans la cavité
» des vaisseaux sanguins, sans désordre apparent et sans hémor-
» ragie appréciable. »

Ce passage qui a pour but de démontrer l'impossibilité de l'hémorragie par diapédèse, en consacre l'existence et l'explique. En effet, qu'y voyons-nous? un écartement des fibres composant les parois des petits vaisseaux, écartement qui laisse transsuder les globules sanguins.

M. Henle ne se borne pas à émettre une idée; il en montre immédiatement la réalisation, et cela sur un animal à globules volumineux, sur la grenouille. Or, c'est abuser des mots que de dire qu'il y a rupture de parois, là où il y a seulement écartement d'éléments anatomiques. C'est aussi abusif que si l'on disait qu'un tissu ou une membrane sont déchirés lorsqu'ils sont relâchés par une infiltration de liquides. Du reste, ce que M. Henle combat, c'est l'hypothèse de la transsudation par de prétendus pores des parois vasculaires, hypothèse renouvelée depuis par M. Keber; mais entre cette idée, qu'il repousse avec raison, et celle de la rupture, il y a celle de l'écartement des éléments anatomiques, qui constitue un fait de nature toute différente.

Müller (1) dit que la diapédèse, ou exsudation lente du sang, suppose le ramollissement des parois vasculaires, et dépend dans beaucoup de cas, sinon dans tous, d'une déchirure des capillaires. Cependant sur la même page, il dit que dans la menstruation, il faut que les parois des vaisseaux capillaires utérins deviennent assez perméables pour permettre aux globules du sang de les traverser.

(1) *Manuel de physiologie*, traduit par Jourdan; Paris, 1845, t. I, p. 192.

M. E.-H. Weber a vu en effet, sur la face interne de l'utérus d'une personne morte pendant cette période, les vaisseaux capillaires dilatés et distendus par places, et gorgés de sang; il ne décide pas la question de savoir s'ils étaient déchirés, ou si la distension suffisait pour permettre la transsudation du sang (1).

MM. Gendrin (2) et Requin (3) admettent l'hémorragie par diapédèse. M. Angelo Sorghoni pense que c'est par transsudation que se font les hémorragies des scorbutiques, et, comme Müller et M. Weber, dans la menstruation, il a vu dans ces parois de petites veines flasques et relâchées (4).

M. Nasse (5) croit que pour qu'il y ait passage du sang à travers les membranes, il faut que les tuniques des petits vaisseaux soient distendues, relâchées, ramollies; il croit que d'une part les congestions répétées dans un organe, d'autre part les altérations du sang peuvent amener ce résultat. C'est dire évidemment qu'il admet l'écartement de leurs fibres; car que serait autrement le relâchement?

M. Bruch admet pleinement les hémorragies par diapédèse dans le passage suivant (6) :

« Partout où il y a exsudation inflammatoire, de nombreux » globules sanguins passent à travers les parois vasculaires, » comme on le voit si bien dans l'expectoration des pneumo- » niques. Il y a quelques années déjà, j'ai observé chez un des » animaux auxquels j'avais lié l'aorte abdominale, une stase » énorme, et par suite, de nombreuses extravasations dans les » vaisseaux du mésentère et de l'épiploon, dans lesquels le sang » ne circulait plus que sous une pression beaucoup plus forte.

(1) *Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane;* Leipzig, 1846, p. 42.

(2) *Traité philosophique de médecine pratique;* Paris, 1830, t. I, p. 46.

(3) *Éléments de pathologie médicale;* Paris, 1843, t. I, p. 377.

(4) *Sullo scorbuto, Memorie della Societa medico-chirurgica de Bologna;* 1836, t. I, fasc. II, p. 169.

(5) Michel Lœnartz, *De sudore sanguineo; dissertatio inauguralis;* Bonn, 1850, pp. 18 à 20.

(6) *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Dünndarmschleimhaut,* dans *Von Siebolds und Köllikers Zeitschrift;* 1853, t. IV, p. 291.

» Lorsque j'étendais l'épiploon resté intact et suffisamment trans-
» parent des chiens qui avaient été opérés de cette façon depuis
» quelques heures, je remarquais d'abord de nombreuses extra-
» vasations grandes et petites, qui s'apercevaient à l'œil nu. Mais,
» de plus, l'épiploon presque tout entier était comme parsemé
» uniformément de globules de sang, qui de toutes parts avaient
» abandonné leurs vaisseaux et s'étaient répandus dans le tissu.
» M. Henle s'est donné, dans sa *Pathologie rationnelle* (1), trop
» de peine pour repousser l'hémorragie par diapédèse dans le
» sens des anciens auteurs.

» L'essentiel, c'est que des hémorragies peuvent survenir de
» diverses façons. Le sang peut provenir d'une plaie limitée, évi-
» demment par rupture d'un vaisseau assez volumineux, et
» s'échapper en grande quantité : c'est l'hémorragie proprement
» dite. Ou bien, il peut s'échapper par beaucoup de places à la
» fois, évidemment par des vaisseaux nombreux et très-ténus, et
» sortir par petites quantités : c'est l'hémorragie parenchyma-
» teuse; ou bien, lorsqu'elle prend en quelque sorte le caractère
» d'une sécrétion partant d'une surface normale, c'est l'hémor-
» ragie par diapédèse.

» Les deux formes peuvent coexister, mais les extrêmes sont
» tellement bien caractérisés que les praticiens ne cesseront ja-
» mais d'établir cette différence, surtout à cause de la fréquence
» beaucoup plus grande dans le dernier cas des altérations géné-
» rales du sang et des tissus. La question de savoir si les globules
» sanguins s'échappent des capillaires par la dilatation des pores
» invisibles ou par de fines déchirures des parois vasculaires est
» de peu d'importance, d'autant plus que les pores, aussi bien que
» les déchirures, sont hypothétiques, et ne peuvent être constatés
» matériellement.

» Dans tous les cas, *ces deux opinions se concilient par l'exten-*
» *sibilité des parois vasculaires qui cèdent en certains endroits.*
» Les capillaires des animaux supérieurs ne sont pas des canaux
» à parois épaisses et dures comme ceux de la grenouille; leurs

(1) *Loco citato.*

» parois présentent une épaisseur très-variable, et sont tantôt
» plus, tantôt moins isolées du parenchyme des organes : partout
» leurs éléments sont réunis par une substance ou un liquide
» intercellulaire qui remplit les vides et les espaces libres.

» La paroi vasculaire éprouve par places une pression plus
» forte, et alors apparaît tout à coup hors des voies circulatoires
» un globule sanguin qui passe de l'autre côté de la paroi. Celle-ci,
» en apparence intacte, continue après comme avant, à indiquer
» au sang la route qu'il doit suivre.

» Y avait-il là une partie moins résistante, plus molle, plus
» fragile, une lacune, une fente, une rupture? Un fait positif,
» c'est que des globules sanguins isolés abandonnent les voies de
» la circulation, et qu'il ne survient à la suite, ni interruption
» dans le cours du sang, ni hémorragie continue.

» Ce phénomène se produit à chaque instant dans nos organes,
» et peut-être jamais deux fois à la même place. Le globule san-
» guin lui-même, ce petit parenchyme mou et élastique, un peu
» de liquide intercellulaire, ferment la voie sans qu'il en reste
» de trace. C'est à des globules sanguins sortis ainsi des voies cir-
» culatoires que doivent sans doute leur origine une foule de
» soi-disant pigments pathologiques, et peut-être même quelques-
» uns de ceux qui sont regardés comme normaux, et qui, pen-
» dant toute la vie, s'accroissent petit à petit; c'est ce qui a lieu
» dans les poumons, les ganglions lymphatiques, la rate, etc. Ce
» phénomène doit se présenter bien plus généralement et avec
» plus d'intensité lorsque, par suite d'altérations générales de la
» masse des liquides, les parenchymes et les tissus sont devenus
» plus lâches et cèdent plus facilement, comme dans le scorbut,
» la maladie de Werlhoff, etc. »

On voit que M. Bruch a observé exactement les mêmes phénomènes que M. Henle, seulement d'une manière peut-être plus évidente; il a vu des globules de sang traverser isolément les parois vasculaires sans aucune solution de continuité apparente. Il y a des faits qui démontrent que cela doit avoir lieu fréquemment dans l'organisme, peut-être à chaque instant.

La lymphe renferme constamment, comme M. Herbst l'a fort

bien fait remarquer (1), des globules de sang plus ou moins abondants. Personne ne croira que ces globules se sont formés dans le système lymphatique. On ne peut admettre non plus qu'ils proviennent de déchirures; car, à chaque instant, on devrait voir survenir des extravasations dans nos tissus, de vraies pétéchies qui feraient partie de leur état normal. Admettra-t-on donc avec Boerhaave et Haller, la continuation des radicules artérielles et veineuses avec les radicules lymphatiques, jusques et y compris la théorie de l'erreur de lieu?

Si l'on ne veut admettre aucune de ces trois opinions, il n'y a pas de milieu : on doit admettre que les globules du sang passent entre les fibres qui composent les parois vasculaires, et qu'ils entrent par le même mécanisme dans les vaisseaux lymphatiques. Ce phénomène doit avoir lieu à chaque instant dans l'organisme, vu qu'à chaque instant la lymphe charrie des globules de sang. Ces globules deviennent parfois abondants au point de colorer la lymphe en rouge, comme on le voit après une longue abstinence, dans la pléthore; souvent cette coloration rouge, due à la présence de globules sanguins, existe dans les lymphatiques qui proviennent de la rate, ou dans ceux qui proviennent d'organes enflammés. On comprend en effet qu'ils doivent augmenter : 1° par la diminution de cohésion des parois vasculaires; 2° par la dilatation, la distension des vaisseaux. Le premier cas se montre sans doute dans l'abstinence; le second se produit dans les vaisseaux des organes enflammés et dans ceux des individus atteints de pléthore.

La pénétration des particules solides dans les tissus de l'économie animale nous a mis sur la voie de ces actes organiques. Nous avons vu en effet des particules non pas anguleuses mais arrondies, incapables de produire aucune dilacération, des globules même de sang, s'introduire dans les cavités lymphatiques. Nous avons vu ensuite les mêmes particules se rendre dans le parenchyme des organes en traversant les parois des vaisseaux sanguins, sans trace de solution de continuité, ni d'épanchement de

(1) *Op. citato*, p. 86.

globules sanguins. Il faut donc bien admettre qu'au terme de leur course ces particules sortent des vaisseaux sanguins par le même mécanisme par lequel elles sont entrées dans les vaisseaux lymphatiques, c'est-à-dire en écartant les éléments anatomiques qui constituent leurs parois.

Du reste, lorsqu'on examine bien la structure des petits vaisseaux, on comprend tout de suite ces hémorragies sans ruptures. Les petits vaisseaux, tant artériels que veineux, qui succèdent aux capillaires, présentent des noyaux allongés et transversaux qui appartiennent à des cellules allongées formant une sorte de grillage ou de treillis, dont les éléments deviennent d'autant plus nombreux que le volume du vaisseau augmente davantage. Ces éléments sont séparés par des espaces parfaitement appréciables, par des espaces que l'on peut mesurer et que j'ai évalués à 0,001, à 0,0015 et jusqu'à 0,002 millimètres de diamètre dans des vaisseaux de 0,015 à 0,04 millimètres de calibre. Or 0,001 à 0,002, ce sont précisément les limites entre lesquelles oscille l'épaisseur des globules sanguins; il ne faut donc qu'une pression assez légère pour faire sortir ceux-ci, s'ils se présentent par leur bord vis-à-vis de ces interstices. Si la pression est assez forte pour distendre le vaisseau, le passage aura lieu bien plus facilement. En effet, on peut considérer les vaisseaux comme des cylindres, dont, à hauteurs égales, les surfaces ou portions de surfaces sont proportionnelles aux diamètres. Si donc il y a une dilatation qui augmente du double la lumière du vaisseau, — et cette dilatation n'est même pas excessive, — les espaces entre les éléments des parois vasculaires augmenteront dans la même proportion, et acquerront 0,003 à 0,004 millimètres de diamètre; alors les globules s'y insinueront très-facilement, d'autant plus que leur flexibilité et leur élasticité leur permettent de glisser à travers une filière étroite et sinueuse.

On peut déterminer artificiellement cette dilatation et ce passage. M. Herbst a reconnu que si l'on injecte dans les veines d'un animal vivant, une solution de colle ou d'amidon, du sang,

(1) *Op. citat*, p. 59.

du lait, le système lymphatique se remplit rapidement (1). C'est d'abord un liquide clair qui passe, puis un liquide plus ou moins rougi par des globules de sang. J'ai répété ces expériences avec les mêmes résultats. Quand on injecte de cette façon, on voit la lymphe du canal thoracique devenir manifestement rougeâtre, et cependant il n'y a d'ecchymoses, d'épanchements nulle part. Il faut donc que les globules sanguins aient passé par transsudation à travers les parois des vaisseaux sanguins et lymphatiques. J'ai injecté la main d'un cadavre avec du sang humain défibriné à la température de 36°; il y a eu épanchement de sang dans les mailles du derme et du tissu cellulaire. Examinant alors au microscope, j'ai vu de petits vaisseaux, de dimensions semblables à celles que j'ai indiquées précédemment, offrant des dilatations cylindroïdes ou fusiformes; par places, on voyait des globules sanguins dans les parois de ces dilatations, manifestement entre leurs fibres.

Il résulte de là que les phénomènes et le mécanisme de la pénétration des particules solides, confirmés entièrement par les phénomènes de l'anthracose pulmonaire, jettent un jour tout nouveau sur le mécanisme des exsudations sanguines, et doivent nous faire admettre la possibilité des hémorragies par diapédèse. Celles-ci ont généralement été rejetées avec les bouches exhalantes, et les pores visibles dont elles paraissaient inséparables. Mais on voit qu'elles peuvent parfaitement s'expliquer sans devoir recourir à ces vieux lambeaux du passé, par l'existence évidente des interstices organiques dilatables, susceptibles de livrer passage aux particules solides insolubles.

Je pourrais m'étendre davantage sur cet important sujet : je m'arrêterai ici, n'ayant, comme je l'ai dit, nullement envie de le traiter, mais ayant seulement voulu montrer ses rapports avec la question posée par l'Académie et les lumières qu'il peut en retirer.

NOTES AJOUTÉES PENDANT L'IMPRESSION.

Note à la page 18.

Lister (*Philosophical Transactions*, t. XIII, année 1683) injecta, en 1682, dans le tube digestif d'un chien, une solution aqueuse d'indigo, et trouva à la suite les vaisseaux chylifères colorés en bleu. Plusieurs fois auparavant, il avait essayé la même expérience sans aucun succès. Musgrave (*Ibidem*, t. XXII, années 1700 et 1701) obtint le même résultat au moyen de l'indigo et au moyen du bleu de montagne. Haller (*Elementa physiologiae*, t. VII, p. 62), J. Hunter (William Hunter, *Medical commentaries;* London, 1762, pp. 44 et 48), arrivèrent aux mêmes conclusions. Déjà à l'époque de Lister et de Musgrave, on avait objecté que parfois les vaisseaux chylifères présentent spontanément une teinte bleuâtre, et cette objection n'avait nullement été réfutée; le seul moyen de la trancher eût été l'observation microscopique dont nulle part il n'est fait mention. Du reste, ces auteurs, en instituant leurs expériences, avaient uniquement pour but de démontrer la puissance absorbante des chylifères, et ne pensaient même pas au fait de la pénétration des particules solides insolubles : la doctrine de l'absorption n'était pas assez avancée pour motiver des tentatives dans cette direction. Voilà pourquoi j'ai cru ne pas devoir mentionner ces essais, qui ne se rapportent qu'indirectement au sujet que je traite et qui n'ont nullement pu contribuer à l'éclaircir.

Note à la page 135.

M. Kölliker, dans l'important travail qu'il a publié dans les *Annales de la Société physico-médicale de Wurzbourg*, sur le foie gras des animaux à la mamelle, a omis de rappeler que le fait même de l'existence du

foie gras dans ces circonstances a été signalé en premier lieu par M. Gluge, (*Atlas der pathologischen Anatomie*, 1re livr., p. 5; Iéna, 1845). Ce savant a trouvé la stéarose physiologique du foie chez les crustacés et les poissons, et, pendant la lactation, chez le lapin et le chat. Il l'a observée aussi chez l'embryon humain.

M. Kölliker a jeté sur ce point de science une vive lumière, en établissant par des observations nombreuses les rapports intimes qui existent entre l'alimentation lactée et la stéarose du foie. C'est en m'appuyant sur ses recherches que j'ai pu parler comme je l'ai fait de la pénétration des cellules par les molécules graisseuses dans le cas dont il est ici question. Mais il n'en est pas moins vrai, et la justice et la vérité me font un devoir de le déclarer ici, que la découverte du fait lui-même appartient à M. Gluge, qui a fait beaucoup de recherches intéressantes sur l'état graisseux des organes.

Note au chapitre VI, page 155.

Je crois que la discussion à laquelle je me suis livré, relativement aux expériences de mes devanciers, ainsi que celles que j'ai moi-même instituées, ne laissent plus une grande place au doute sur la question de la pénétration des particules solides, et sur celle du mécanisme selon lequel cette pénétration s'effectue. En effet, des particules solides mises en contact avec différents tissus dans une foule de circonstances diverses, se sont très-souvent retrouvées dans l'intérieur de l'organisme; elles y ont donc pénétré. Elles ont été retrouvées dans le sang et dans les vaisseaux; elles ont donc été charriées par ceux-ci. Ces particules appartiennent à des corps inattaquables par tous les fluides de l'économie et qui, du reste, s'ils pouvaient être attaqués et dissous, ne seraient pas, au sein de l'organisme, reproduits sous la forme sous laquelle on les lui a présentés; ils doivent donc y avoir pénétré en nature. Ils ne sont pas seulement durs, anguleux et pointus, de façon à laisser supposer qu'ils ont pu déchirer les tissus avec lesquels ils se sont trouvés en contact; ils sont la plupart du temps mousses, arrondis, même mollasses, flexibles, globuleux, comme les granules d'amidon, les globules de mercure, les corpuscules du sang, les œufs des entozoaires, les spores des entophytes. La pénétration a lieu parfois très-rapidement : M. Eberhard l'a vue s'effectuer en 4 à 5 heures, MM. Donders et Mensonides en 1 $^1/_2$, 2, 3, 5 heures; je l'ai vue exister au bout d'une demi-heure. Elle ne peut donc être attribuée à une résorption des

molécules organiques situées vis-à-vis des particules étrangères, résorption déjà rendue impossible par la forme sphéroïdale et la consistance mollasse de beaucoup de ces particules. Pour qu'elles arrivent dans le torrent de la circulation et dans le parenchyme des organes, une seule voie leur reste donc ouverte : il faut qu'elles passent dans les interstices des éléments histologiques des tissus. En lisant mes observations, on verra que j'ai, en effet, constaté ce passage, que j'ai suivi les particules du lieu d'application jusque dans les cavités vasculaires, et de là dans les parenchymes où elles vont se déposer et séjourner. Le raisonnement et l'observation sont d'accord sur ce point, et démontrent la réalité de mécanisme que j'ai exposé.

Il y a une grande analogie entre ce mécanisme et celui de l'absorption des corps gras. Cependant, il y a des différences aussi. Les corps gras sont susceptibles d'être élaborés, transformés, dissous, décomposés dans l'organisme, et, sauf le cas de maladie, ils le sont toujours. Les molécules solides ne sont pas dans le même cas. Les corps gras pénètrent les parois cellulaires en traversant leurs pores; c'est même ainsi que se fait normalement leur absorption. Quelque nombreuses et patientes qu'aient été mes observations, je n'ai jamais rencontré dans une cellule quelconque les particules solides sur lesquelles j'expérimentais; leur volume rend même souvent la chose impossible. Je crois pouvoir en conclure qu'elles n'y pénètrent jamais; et s'il arrivait qu'on y en trouvât, je suis persuadé que leur présence ne pourrait être due qu'à la rupture ou à la destruction partielle de la paroi cellulaire.

Si donc les particules solides rencontrent une couche continue de cellules, sans interstices appréciables, susceptibles de les laisser passer, elles ne pourront passer outre et pénétrer au delà de cette couche que grâce à une solution de continuité de celle-ci, consistant en l'absence d'une ou de plusieurs cellules. C'est là justement le cas des épidermes et des épithéliums : ils réalisent la couche continue de cellules dont je viens de parler, et ne peuvent, par conséquent, être franchis par les particules solides que grâce à leur desquamation.

La cause principale de l'absorption des liquides, c'est l'endosmose. Évidemment pour les solides, personne ne songera à l'indiquer. Il faut d'autres causes qui les sollicitent à s'engager entre les éléments de nos tissus, toutes les circonstances étant d'ailleurs favorables : j'ai trouvé ces causes dans la pression exercée par les parties environnantes, dans l'entraînement exercé par les liquides absorbés, et dans le relâchement des tissus produit par leur imbibition.

Poursuivant les particules solides dans l'organisme où elles se sont introduites, je les ai trouvées ne jouant pas d'autre rôle que celui de corps inerte, allant se déposer dans les parenchymes pour y séjourner indéfiniment. Le parenchyme où ce dépôt a lieu surtout est celui des ganglions lymphatiques de la région où la pénétration s'est effectuée: c'est ensuite le parenchyme pulmonaire. Ce fait, constaté par mes expériences d'une manière éclatante, démontre que la pénétration des particules solides a lieu, au moins en majeure partie, par les vaisseaux lymphatiques.

Je crois que mon travail a établi ces faits et ces conclusions d'une manière péremptoire et de façon à laisser peu de prise aux objections.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. Villosité intestinale du chien, présentant deux places dépourvues d'épithélium : première condition de la pénétration des particules solides dans le tissu des villosités. (Grossissem. 285 fois. Expérience XLVIII.)

— 2. Villosité du chien. Le sommet, dépourvu d'épithélium, laisse passer les fibres musculaires lisses, qui s'y séparent par leurs extrémités et deviennent ainsi très-distinctes. (Grossissem. 555 fois.)

— 3. Villosité d'un chat nouveau-né en état de contraction. On voit les molécules colorantes de l'encre appliquées contre les contours de la villosité revêtue de son épithélium, s'insinuant dans les plis déterminés par la contraction, mais ne pénétrant nulle part, ni dans les cellules, ni entre elles. (Expérience I.)

— 4. Villosité du lapin, présentant une portion du réseau capillaire sanguin, et offrant une place dépourvue d'épithélium. A cette place, on aperçoit des molécules de charbon qui viennent se mettre immédiatement en contact avec le tissu dénudé et apte à les laisser pénétrer. (Grossissem. 350 fois. Expérience II.)

— 5. Portion d'épithélium de l'intestin de la grenouille, montrant parfaitement l'indépendance complète des cellules ; on voit que les couvercles, ou parois externes, appartiennent individuellement à chaque cellule et ne constituent pas un tout continu.

— 6. Villosités de l'intestin grêle d'une femme, renfermant, dans leur tissu et surtout vers leur sommet, des granules de noir animal. (Expérience XXXIV.)

— 7. Villosités intestinales d'un lapin, contenant d'abondants granules de noir animal ; dans l'une d'elles, on dirait qu'il est en partie renfermé dans le canal lymphatique central. (Expérience XXXV.)

— 8. Muqueuse du cœcum d'un lapin, infiltrée de granules de charbon animal et végétal. (Expérience XXXVIII.)

Fig. 9. Vaisseaux lymphatiques du cœcum, terminés en cul-de-sac et contenant de semblables granules. (Expérience XXXVIII)

— 10. Contenu d'un ganglion lymphatique offrant à l'œil nu une coloration noire bien caractérisée. On y remarque des globules de lymphe et de sang, et d'abondantes particules de noir animal et de charbon végétal. (Expérience XXXVIII.)

— 11. Vaisseaux lymphatiques de la plèvre renfermant des granules de noir animal. (Expérience XXVII.)

— 12. Derme de la peau renfermant des globules de mercure. (Expér. XXI.)

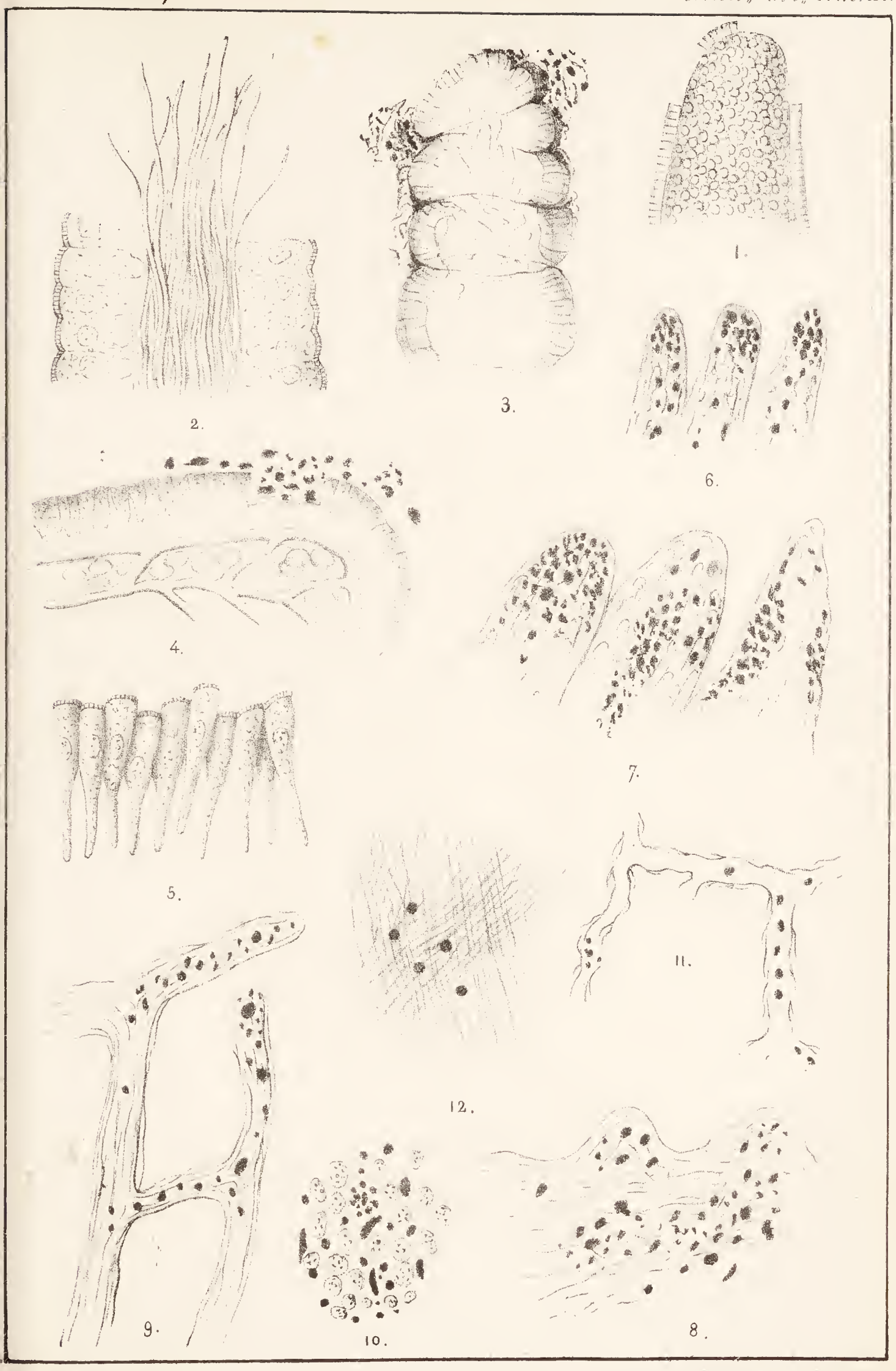
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

INTRODUCTION 5

PREMIÈRE PARTIE.

Historique.

CHAPITRE Ier. — Doctrine des bouches absorbantes. — Première période. — De Galien à Lieberkuhn 5
— II. — Doctrine des bouches absorbantes. — Deuxième période, depuis Lieberkuhn 12
— III. — Doctrine des cavités closes. 25
— IV. — Expériences sur l'absorption des particules solides . . . 30

DEUXIÈME PARTIE.

Passage des particules solides dans les tissus et dans le torrent de la circulation.

CHAPITRE Ier. — Passage des particules introduites dans l'intestin. — Expériences de divers auteurs 48
— II. — Pénétration des particules solides introduites dans l'intestin. — Expériences de l'auteur 60
— III. — Pénétration des particules solides introduites par la peau et le tissu cellulaire 76
— IV. — Pénétration des particules solides introduites dans les cavités séreuses 87

Pages.

Chapitre V. — Pénétration des particules solides introduites dans les voies aériennes 90
— VI. — Faits pathologiques prouvant la pénétration des particules solides dans l'organisme. — Conclusions de cette partie. 92

TROISIÈME PARTIE.

Mécanisme de la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie.

Chapitre Ier. — Généralités. — Doctrine des bouches absorbantes. — Doctrine de la dilacération 98
— II. — Doctrine de la porosité 104
— III. — Doctrine de la pénétration 107
— IV. — De l'absorption des corps gras, considérée dans ses rapports avec la pénétration des particules solides dans les tissus animaux 114
— V. — Mécanisme de la pénétration des particules solides introduites dans la cavité intestinale 137
— VI. — Mécanisme de la pénétration des particules solides à travers les tissus de l'économie animale, considérés en général 155
— VII. — Des voies par lesquelles passent les particules solides introduites dans l'organisme; de l'action et de la destination de ces particules 162
— VIII. — Action et destination des particules solides introduites dans les tissus animaux. — Rapports de leur pénétration avec l'acte de l'absorption 172
— IX. — Conclusions 182

APPENDICE.

Chapitre Ier. — Considérations sur l'anthracose pulmonaire 183
— II. — Des hémorragies par diapédèse 189
Notes 199
Explication des figures 203

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE